

APLICACIÓN DE **SISTEMA MODULAR** EN EL PROTOTIPO DEL PROYECTO AURA 3.1
EN EL CONCURSO SOLAR DECATHLON 2019 HUNGRÍA
PROPUESTA DE MONTAJE.

Autor: Carlos Vázquez Gardón
Tutor: Rafael Herrera Limones

Trabajo Fin de Grado. Grupo Ñ
Curso 2018-2019 ETSAS



Toda experiencia práctica documentada puede ser un aprendizaje.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| OBJETIVOS | 8 |
| METODOLOGÍA | 8 |
| CAPÍTULO I. SISTEMA MODULAR Y SOLAR DECATHLON EUROPA 2019 | 9 |
| I.1. POR QUÉ UN SISTEMA MODULAR EN PROTOTIPO SDE | |
| I.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA | |
| I.3. NORMATIVA REGULADORA | |
| CAPÍTULO II. SISTEMA MODULAR EN LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA | 14 |
| II.1. PALETIZACIÓN | |
| II.2. GRUA (V1,V2 y V3) | |
| II.3. WORKSHOP SEMANA | |
| II.4. PRUEBAS IN-SITU | |
| CAPÍTULO III. FASES DE MONTAJE | 31 |
| PROPUESTA MONTAJE SDEI9 | |
| III.0. CONDICIONES PREVIAS | |
| III.1. Fase N° 1 | |
| III.2. Fase N°2 | |
| III.3. Fase N°3 | |
| III.4. Resultado Final | |
| CAPÍTULO IV. POST HUNGRIA. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA SDEI9 | 53 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES | 55 |

RESUMEN

El trabajo realizado gira en torno al prototipo que el equipo Aura 3.1 presenta, gana y construirá en el concurso Solar Decathlon Europa 2019 en Hungría. Se trabaja sobre el ámbito constructivo de la estructura, estudiando el sistema empleado tanto en la teoría, como en las prácticas realizadas durante las labores de prefabricación y construcciones previas al montaje final, además de la normativa reguladora que rige el concurso.

Finalmente se proponen unas fases de montaje que se podrán usar como documento de apoyo para los Decathletas en la obra durante los días de montaje en Hungría.

ABSTRACT

The work done revolves around the prototype that the Aura 3.1 team presents, wins and will build in the Solar Decathlon Europe 2019 contest in Hungary. Work is carried out on the constructive field of the structure, studying the system used both in the theory, as well as in the practices carried out during the prefabrication work and constructions prior to the final assembly, in addition to the regulations governing the competition.

Finally, some assembly phases are proposed that can be used as a support document for the Decathletes on site during the assembly days in Hungary.

PALABRAS CLAVE

Solar / Decathlon / Sistema / Modular / Montaje / Experiencia / Práctica / Proceso / Experiencia

INTRODUCCIÓN. Introducción, Objetivos e Intenciones y Metodología

INTRODUCCIÓN

"Solar Decathlon Europe es una competición universitaria internacional que impulsa la investigación en el desarrollo de viviendas eficientes. El objetivo de los equipos participantes es el diseño y construcción de casas que consuman la menor cantidad de recursos naturales y produzcan un mínimo de residuos durante su ciclo de vida. Se hace hincapié en reducir el consumo de energía, y obtener toda la que sea necesaria a partir del sol.

*Durante la fase final de la competición cada equipo ha de montar su casa, en un recinto abierto al público denominado Villa Solar, donde todas ellas pueden ser visitadas, a la vez que se enfrentan a las diez pruebas."*¹

El equipo, formado por propios alumnos llamados Decathletas deben construir el prototipo en unos plazos muy limitados. Es en esta componente del concurso Solar Decathlon donde se desarrolla este trabajo.

El prototipo **Aura 3.1** presentado en la versión europea 2019 del concurso por el equipo de la Universidad de Sevilla apuesta por la renovación energética de edificios obsoletos a partir de la conexión a ellos de elementos fragmentados destinados a cubrir una o más de las necesidades que encontramos actualmente.

El equipo, formado por propios alumnos llamados Decathletas deben construir el prototipo en unos plazos muy limitados y bajo una normativa reguladora. Es en esta componente del concurso Solar Decathlon donde se desarrolla este trabajo.

Este trabajo, como documentación de un proceso, se desarrolla previo a la construcción en terreno, que tendrá lugar en junio de 2019, por lo que la ampliación del mismo queda abierta a una posible continuación o evaluación una vez finalice el concurso.

¹. Recuperado de: <https://angelsinocencio.com/solar-decat-que/>



IMGI. Fotografía de la preparación del terreno de la villa solar.
Fuente: página oficial de instagram de @sde_19

OBJETIVOS E INTENCIONES

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de este trabajo es realizar un documento que proponga el montaje del prototipo que presentará en el concurso Solar Decathlon Europa (SDE) 2019 el equipo de la Universidad de Sevilla (US) a partir de una base teórica y una experiencia práctica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el prototipo y la necesidad de un sistema modular
- Estudiar y documentar el sistema y sus posibilidades
- Recopilar la experiencia práctica en la US y sacar datos
- Proponer un proceso de montaje acorde con el reglamento del SDE, que sea eficaz y seguro del prototipo.

METODOLOGÍA

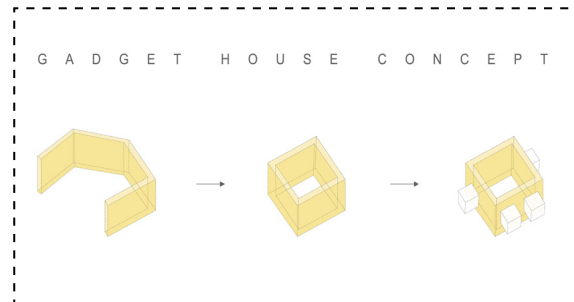
La metodología del presente trabajo se resume en dos principales bloques tratados a lo largo de la investigación. Por un lado, se plantea una componente teórica fruto del análisis del concurso Solar Decathlon en su versión Europea 2019 y más en profundidad el prototipo presentado por el equipo de la Universidad de Sevilla estudiando la necesidad de un sistema modular y versátil de acuerdo con el concepto de la propuesta.

Por otro lado, se presenta un segundo bloque práctico llevado a cabo en la realidad y recopilado, documentado y reflexionado en el transcurso de este trabajo. A partir de estos dos componentes, podremos elaborar unas fases de montaje con el sistema modular pertinente que, además de tener un respaldo teórico-práctico que garantiza la efectividad del mismo, podrá ponerse a prueba para la propia construcción del prototipo in-situ.

CAPÍTULO I. Sistema Modular y Solar Decathlon Europa 2019 (SDE19)

CAPÍTULO I. Sistema Modular y Solar Decathlon Europa 2019

I.1. POR QUÉ UN SISTEMA MODULAR EN EL PROTOTIPO SDE



IMG2. Volumetría del concepto del GADGET.
EQUIPO SOLAR DECATHLON- UNIVERSIDAD DE SEVILLA, "Entrega 5",
PROYECTO 3.1 AURA, Sevilla (España), 2019



IMG3. Foto de la maqueta del prototipo Aura 3.1.
EQUIPO SOLAR DECATHLON- UNIVERSIDAD DE SEVILLA, "Entrega 5",
PROYECTO 3.1 AURA, Sevilla (España), 2019

Para llegar al por qué de usar el sistema modular en la construcción hay que conocer la idea a partir de la cual se desarrolla todo el proyecto.

La propuesta surge ante la necesidad de intervención en aquellos edificios concebidos como energéticamente obsoletos desde un punto de vista de habitabilidad contemporánea. Se basa en transformar lo existente a través de una intervención caracterizada por la fragmentación que atacan a mejorar una o varias necesidades específicas del edificio, estos elementos se materializan en Gadgets, capaces de conectarse a construcciones preexistentes.

*"En el prototipo hay una parte que representa el edificio preexistente, formando un espacio interior con la forma de un cuadrado, cerrado y reconocible. Esta idea se materializa a través de un muro ligero, grabable, hueco y translúcido, en el que se insertan circulaciones, escaleras y redes de instalaciones. Este elemento, que llamamos "envoltura conectiva", define el área pública dentro del prototipo."*¹

Es por esto la necesidad de un elemento versátil, donde adosar estos fragmentos llamados Gadgets, un sistema que puede ser como se plantea, o de cualquier otra forma, pues su funcionamiento sería similar. El sistema modular, más allá de una base estructural para todos los elementos que cuelgan de él, es una base argumental que permite probar la propuesta del concurso y comprobar la efectividad de la misma.

¹. EQUIPO SOLAR DECATHLON- UNIVERSIDAD DE SEVILLA, "Project Manual" (p.12), PROYECTO 3.1 AURA. Entrega 5, Sevilla (España), 2019

I.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

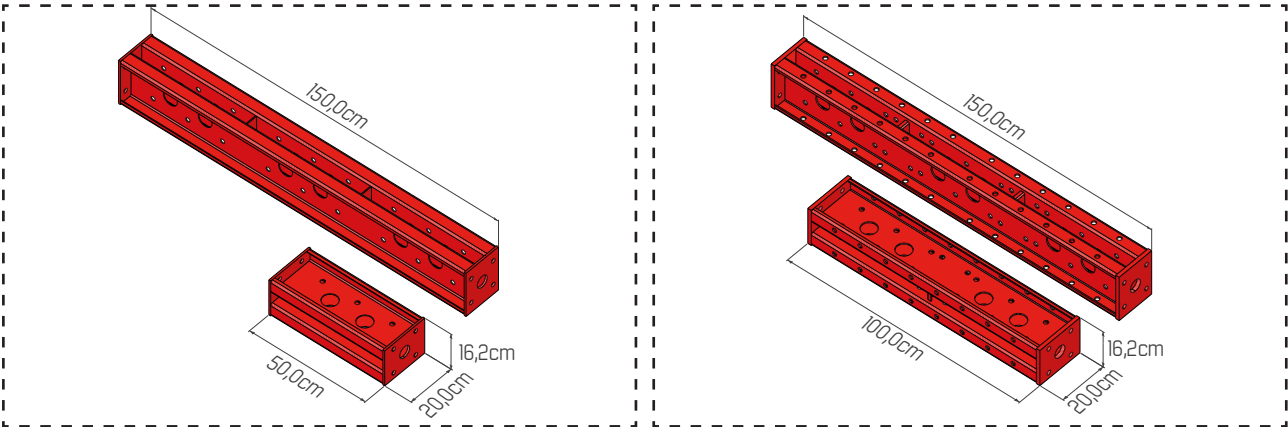
Se realiza un primer acercamiento al sistema, describiendo brevemente las distintas piezas que conforman el prototipo.

El sistema modular se compone básicamente de barras y nudos, que mediante cuatro tornillos por cada unión se pueden conseguir estructuras diversas adaptándose fácilmente a las distintas necesidades. Todas las barras se encuentran en múltiples dimensiones modulares: 11, 25, 50, 100, 150, 200 y 250 cm.

Los tornillos, métrica 16mm, se ajustan manualmente con carraca.

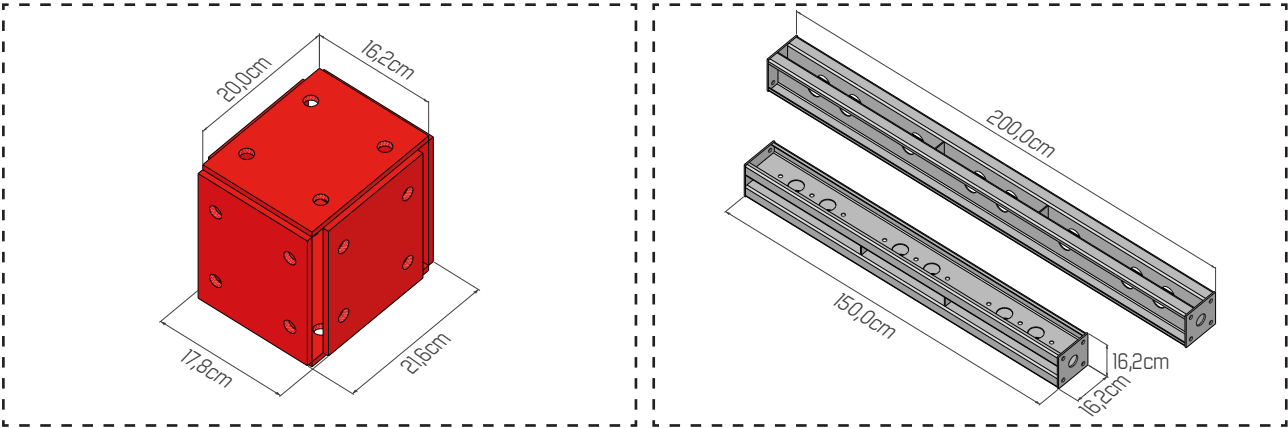


IMG4. Unión de nudos y barras del sistema modular.
Elaborado por: autor, Sevilla (España), 2019



BARRA V: Es la barra básica, puede ser atornillada a otra barra para conseguir la dimensión necesaria o a nudo para conectar mas de una pieza en distintas direcciones.

BARRA VR: Se utiliza del mismo modo que la barra V pero en necesidades de mayor carga mediante más cantidad de acero. Tiene la posibilidad de conectar barras C en cualquiera de sus lados.



NUDO: Es el elemento de unión entre barras, permite realizar conexiones de 6 barras o piezas especiales en un mismo punto.

BARRA C: Barra C o correa, se utiliza como viga de atado entre dos barras V

I.3. NORMATIVA REGULADORA

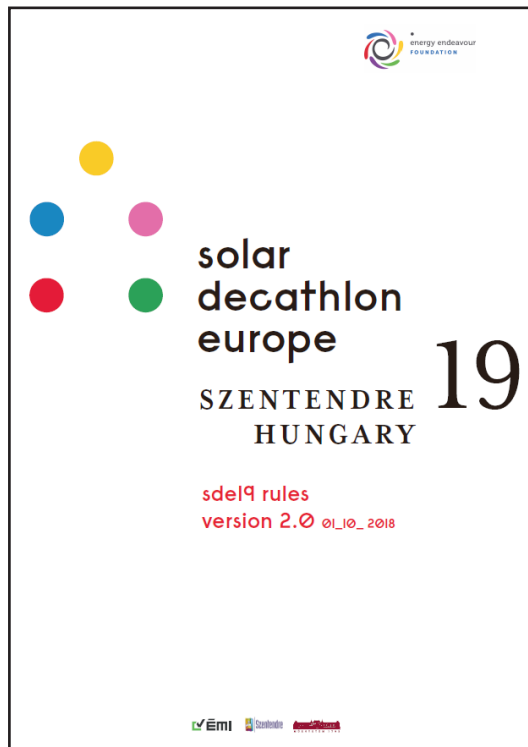
Resulta imprescindible primero que nada realizar un estudio de la normativa que regula el SDE19 en cuanto a construcción de prototipo en todos los ámbitos que eso respecta, desde la seguridad a los tiempos. De este modo, teniendo una lista de las premisas que se contemplan contamos con unos puntos a través de los cuales podemos guiar la investigación previa. Además, con estos dos elementos, investigación y normativa reguladora podremos realizar una propuesta fundamentada siendo así lo más eficiente posible

Las premisas para la elaboración de este documento no son otras que las especificadas en la Regla 52_Health and Safety

- Evitar Riesgos
- Evaluar los riesgos inevitables
- Combatir las causas de los riesgos
- Adaptar el trabajo a los recursos humanos
- Tener en cuenta los avances técnicos
- Sustituir los elementos peligrosos por otros menos peligrosos
- Planificar las medidas de seguridad antes de comenzar el trabajo
- Utilizar protección colectiva frente individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

Estos puntos que refleja la normativa de SDE son la base a partir de la cual se va a elaborar el documento de montaje. Este documento debe dar respuesta a cada uno de los puntos anteriores.

Para evitar la mayoría de los riesgos posible de montaje en altura, se va a realizar un esfuerzo en diseñar el proceso de montaje en la que la premisa indispensable sea la construcción en superficie, a cota cero. Ya que además de reducir el riesgo de montar in situ, a gran altura, también agiliza la construcción, pudiendo elaborar distintas partes de la estructura al mismo tiempo. Es inevitable asumir la necesidad de tareas puntuales de unión en altura. Tratando de que siempre sea unión de cuerpos, o parte de las estructuras previamente montadas en suelo. Estas deberán ser levantadas y unida, siempre el mínimo número de veces y prestando especial atención en la seguridad de esta tarea evitando en todos los casos la colocación de piezas individuales en altura.



IMG5. Portada de la normativa
SDE19 RULES. Version 2.0, 2018

Siempre y cuando sea posible, se adaptará toda tarea a medios humanos, aprovechando la modulación de las piezas y la posibilidad de trabajar la unidad de manera cómoda, se realizara todo lo posible mediante dos componentes: la adicción de piezas en superficie y izado mediante máquina. Se podrá llegar a una proporción entre tornillos puestos en el suelo contra tornillos puestos en altura que evaluará en un primer momento la eficacia de la propuesta.

Finalmente, para dar las debidas instrucciones a los Decathletas se entregara este documento como guía de montaje segura y eficiente.

Este documento, junto con los correspondientes planos de montaje, serán todo lo necesario para realizar la construcción del sistema modular del prototipo. Incluye:

- Fases correctamente identificadas, donde se determinan en cada una los posibles riesgos y la manera de resolverlos o evitarlos.
- Número de miembros por cada tarea, en función de la labor a realizar mirando en todo caso por la eficacia del proceso.
- Tiempo estimado de cada tarea, con el fin de ofrecer la mayor organización durante el montaje.
- Protecciones a utilizar en cada caso.
- Correcta distribución dentro del solar de las distintas áreas y zonas destinadas a actividades concretas.

CAPÍTULO II. Sistema modular en la Universidad de Sevilla (US)

CAPÍTULO II. Sistema Modular en la Universidad de Sevilla (US)

Este capítulo constituye el segundo bloque del trabajo. Se trata de una recopilación de la experiencia práctica que se realizó en la Universidad de Sevilla en torno a la construcción del prototipo. Se expondrán problemas y contratiempos que han ocurrido durante esta experiencia, así como reflexiones sobre los mismos o soluciones planteadas.

Centro de Creación Digital

Existe un espacio en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla (ETSAS) denominado "Centro de Creación Digital". Es aquí donde se prefabrica el prototipo y donde se realizan todas las pruebas y ensayos necesarios que luego faciliten el montaje en la construcción en Hungría.

Un mes antes del montaje del prototipo en su lugar final, llegan a la US las piezas del sistema modular que constituirán gran parte del prototipo. Será en el Centro de Creación Digital donde durante un mes se trabaje con el sistema permitiendo al equipo estar familiarizados con el montaje a partir de la experiencia práctica.

A continuación se realiza una documentación de lo que fueron esos días donde todo el mundo pudo tener delante un ejemplo de lo que será el prototipo final.



IMG6. Foto del Centro de Creación Digital. Prefabricación y sistema modular
Elaborado por: HERRERA, R., Sevilla (España), 2019

II.1. PALETIZACIÓN

El día 17 de mayo de 2019 llega a la US las piezas del sistema modular. Gracias a la modulación del sistema permite una eficaz paletización. En total llegaron la suma de 10.570,11 kg en distintas piezas de las descritas anteriormente. Todo esto fue recogido y levantado para una posterior facilidad en el transporte. Toda experiencia práctica documentada puede ser un aprendizaje.

CLIENTE.
OBRA: SOLAR DECATLON - SEVILLA

DOCUMENTO DE CARGA

| CODIGO | DENOMINACION | UDS | PESO UD/KG | PESO TOTAL/KG |
|-------------|----------------------------|------|---------------|------------------|
| 000CON10001 | CONECTOR SIMPLE | 86 | 21,75 kg | 1.870,50 kg |
| 000COR10110 | CORREA ST200 L 110 | 4 | 3,50 kg | 14,00 kg |
| 000COR11000 | CORREA ST200 L 1000 | 2 | 14,50 kg | 29,00 kg |
| 000COR12000 | CORREA ST200 L 2000 | 2 | 26,50 kg | 53,00 kg |
| 000VIG10110 | VIGA ST200 L 110 | 32 | 5,14 kg | 164,48 kg |
| 000VIG10500 | VIGA ST200 L 500 | 36 | 11,03 kg | 397,08 kg |
| 000VIG11000 | VIGA ST200 L 1000 | 39 | 18,98 kg | 740,22 kg |
| 000VIG11500 | VIGA ST200 L 1500 | 68 | 26,91 kg | 1.829,88 kg |
| 000VIG12000 | VIGA ST200 L 2000 | 19 | 34,81 kg | 661,39 kg |
| 000VIG12500 | VIGA ST200 L 2500 | 30 | 43,08 kg | 1.292,40 kg |
| 000VIR10500 | VIGA ST200R L 500 | 5 | 17,53 kg | 87,65 kg |
| 000VIR11000 | VIGA ST200R L 1000 | 35 | 29,50 kg | 1.032,50 kg |
| 000VIR11500 | VIGA ST200R L 1500 | 34 | 40,18 kg | 1.366,12 kg |
| 000VIR12500 | VIGA ST200R L 2500 | 5 | 65,43 kg | 327,15 kg |
| 000GAI10001 | GATO IZQUIERDA | 9 | 12,12 kg | 109,08 kg |
| 000GAI10001 | GATO DERECHA | 9 | 12,12 kg | 109,09 kg |
| 000GAR0001 | BASE REG. GATO | 18 | 5,40 kg | 97,20 kg |
| 000ACS10010 | GRAPA PERIL R | ~ 54 | 1,20 kg | 64,80 kg |
| 000ACS10005 | GRAPA FIJA 90º (ortogonal) | 30 | 1,13 kg | 33,90 kg |
| 000TNA10001 | TORNILLO M16 x 35 | 425 | 0,09 kg | 36,13 kg |
| 000TNA10005 | TORNILLO M16 x 40 | 520 | 0,10 kg | 50,00 kg |
| 000TNA10005 | TUERCA M16 | 925 | 0,04 kg | 33,30 kg |
| 000TNA10005 | TORNILLO M18 x 60 | 100 | 0,15 kg | 15,30 kg |
| 000TNA10008 | TUERCA M18 | 100 | 0,04 kg | 4,16 kg |
| 000TNA10009 | TORNILLO M22 x 90 | 18 | 0,35 kg | 6,30 kg |
| 000TNA10010 | TUERCA M22 | 18 | 0,07 kg | 1,18 kg |
| 000ACS10014 | TUBO 48,3" | 44,4 | 3,25 kg | 144,30 kg |
| TOTALES | | | | 10.570,11 kg |

IMG7. Foto del albarán de las piezas del sistema modular
Elaborado por: autor, Sevilla (España), 2019

| | Palet 1 | Palet 2 | Palet 3 | Palet 4 | Palet 5 | Palet 6 | Palet 7 | Palet 8 | Palet 9 | Palet 10 | Palet 11 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| NUDOS | | | | | | | | | | 25 | 60 |
| V-500 | | 28 | | | | 2 | | | 7 | | |
| VR-500 | | | | | 5 | | | | | | |
| V-1000 | | | 30 | | | | 9 | | | | |
| VR-1000 | | 4 | | | | 29 | | | 2 | | |
| V-1500 | | 0 | | 30 | 16 | | 1 | | 21 | | |
| VR-1500 | 30 | | | | 2 | | | | 2 | | |
| V-2000 | | 19 | | | | | 0 | | | | |
| VR-2000 | | | | | | | | 30 | | | |
| V-2500 | | | | | | | 5 | | | | |
| VR-2500 | | | | | | | | | | | |
| S-1000 | | | | | 2 | | | | | | |
| S-110 | | | | | 4 | | | | | | |
| S-2000 | | | | | | | 2 | | | | |



IMG8. Paletización de las piezas del sistema modular a la US
Elaborado por: CUENCA, A, Sevilla (España), 2019



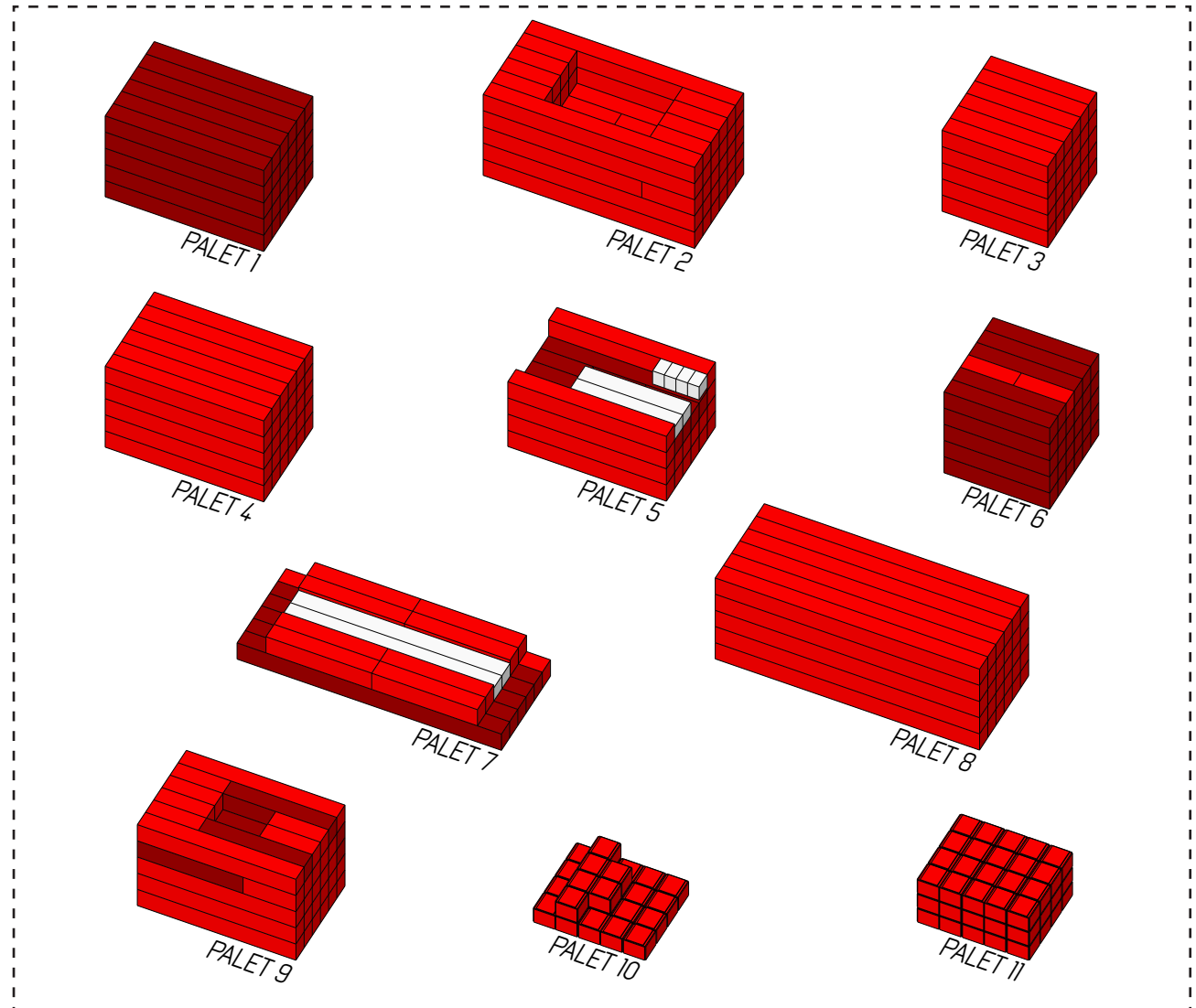
IMG9. Modo de transporte de las piezas del sistema modular
Elaborado por: CUENCA, A, Sevilla (España), 2019



IMG10. Descarga de las piezas del sistema modular en la US
Elaborado por: CUENCA, A, Sevilla (España), 2019

PALETS

Con este levantamiento de cada uno de los palets recibidos en el Centro de Creación Digital, tenemos una documentación que posteriormente será indispensable a la hora de cargar los camiones de la manera más eficiente posible.



TRANSPORTE

Esto nos permite pensar y estudiar de manera muy cercana a la realidad el mejor modo de transporte de estos materiales.

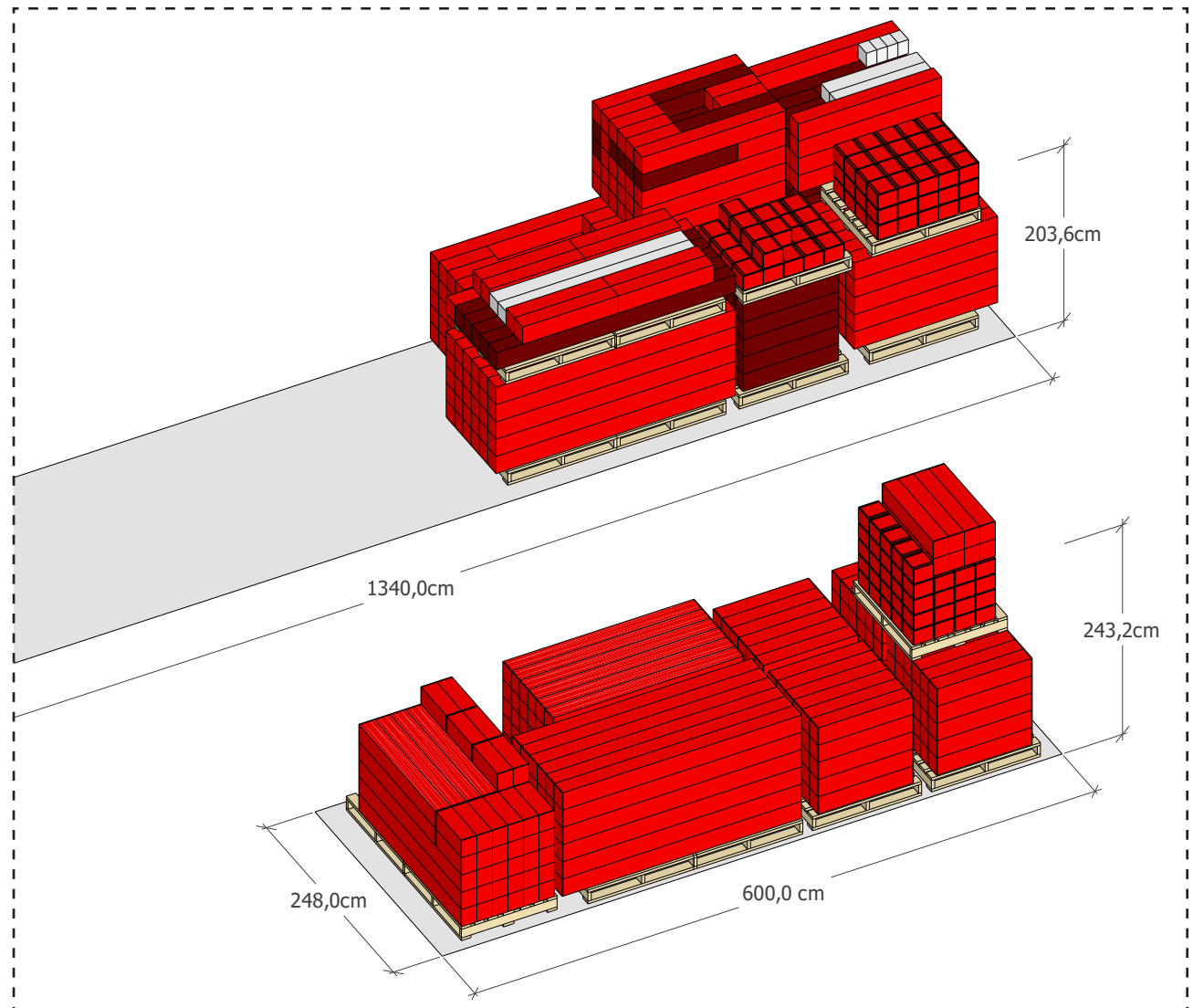
En esta ilustración se propone una manera óptima de transporte de estos materiales en los dos tipos de camiones más habituales, posteriormente se tendrá que valorar otros factores como precios, necesidad de más espacio para otros materiales...

La ilustración superior muestra una posible composición de la carga del sistema modular en el caso de camión de 13,4 m de trailer.

En la ilustración inferior se realiza lo mismo en el caso de 6 m de carga.



IMGII. Transporte de las piezas mediante traspalet
Elaborado por: HERRERA, R, Sevilla (España), 2019



II.2. GRÚA



[Imagen a]



[Imagen b]



[Imagen c]



[Imagen d]

El “Centro de Creación Digital” espacio donde trabajar y experimentar es un aprovechamiento de espacio en desuso dentro de la ETSAS cuyo uso inicial no contemplaba estas actividades que actualmente se están llevando a cabo. Dentro de éste se realiza la prefabricación del prototipo siendo el gadget es el elemento más significativo y relevante que se construye dentro de él y cuyo traslado al exterior supone un problema a futuro. Al no estar previsto íntegramente para esta actividad, la cota de trabajo se encuentra por debajo de la rasante exterior, siendo esto un hándicap a la hora de sacarlos una vez terminados.

Aprovechando el sistema modular con el que ya contamos en la ETSAS, se piensan una serie de propuestas para la solución de este problema. Este sistema gracias a su versatilidad permite crear cualquier tipo de estructura, de este modo, aparece el concepto grúa.

Con el mismo sistema de barras y nudos se plantea crear un elemento que permita elevar los Gadget a la altura de calle y sacarlos al exterior. Debe ser fácil y rápido; que no consuma muchos recursos en cuanto a materiales ni en tiempos. Los propios alumnos Decathletas proponen tres propuestas de grúa que se documentan a continuación. Los elementos con los que trabajar son los siguientes:

Sistema modular: Sistema formado por barras y nudos con el cual mediante uniones atornilladas se puede conseguir diversas estructuras. (Imagen a)¹

Polipasto: Es un sistema formado por dos o mas poleas y una cadena a través del cual es posible mover o elevar un cuerpo pesado. (Imagen b)²

Transpaleta: Aparato con ruedas, dos brazos y un mecanismo elevador, que se utiliza para transportar mercancías pesadas con poco esfuerzo. (Imagen c)³

Carra: Plataforma con ruedas que permite mover pesos deslizando (Imagen d)⁴

1. Elaborado por: autor, Sevilla (España), 2019

2. Recuperado en: PALAU. Grúas viajeras y Polipastos, fuente: <http://dogan.temp.domains>

3. Recuperado en: MONTEC., fuente: www.montec.es

4. Recuperado en: www.leroymerlin.es

GRÚA VI

Se propone construir una estructura envolvente al gadget, que actúen como dos pórticos donde colgar los polipastos.

| ELEMENTO | SUBTIPO | Ud. |
|-----------------|---------|-----|
| POLIPASTO | | 2 |
| SISTEMA MODULAR | NUDO | 6 |
| | V-110 | 4 |
| | V-1000 | 13 |
| | V-1500 | 8 |
| | V-2500 | 6 |
| CARRAS | | 4 |
| TRASPALETA | | 1 |

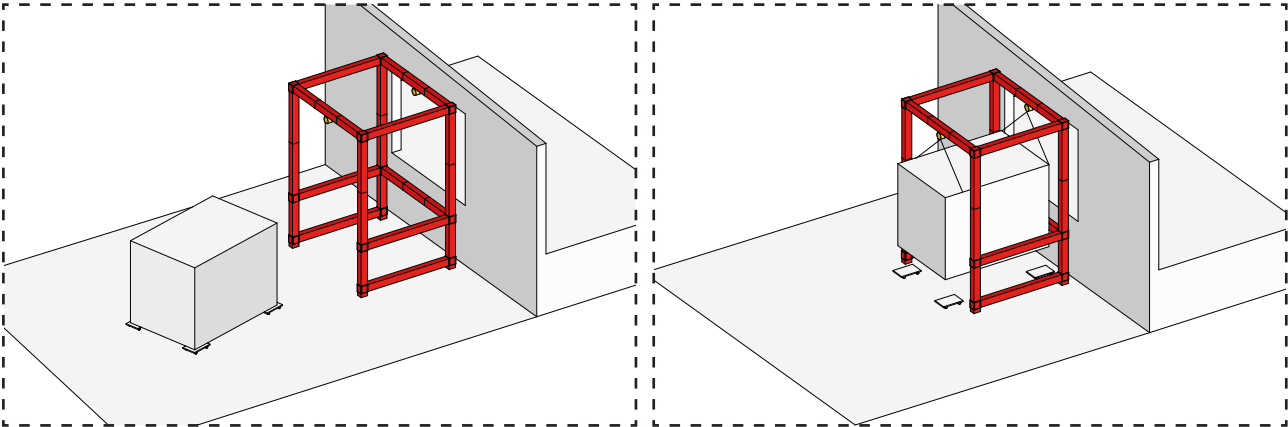
- Ventajas:

-Pocas piezas

-Estabilidad frente vuelco
- Contras:

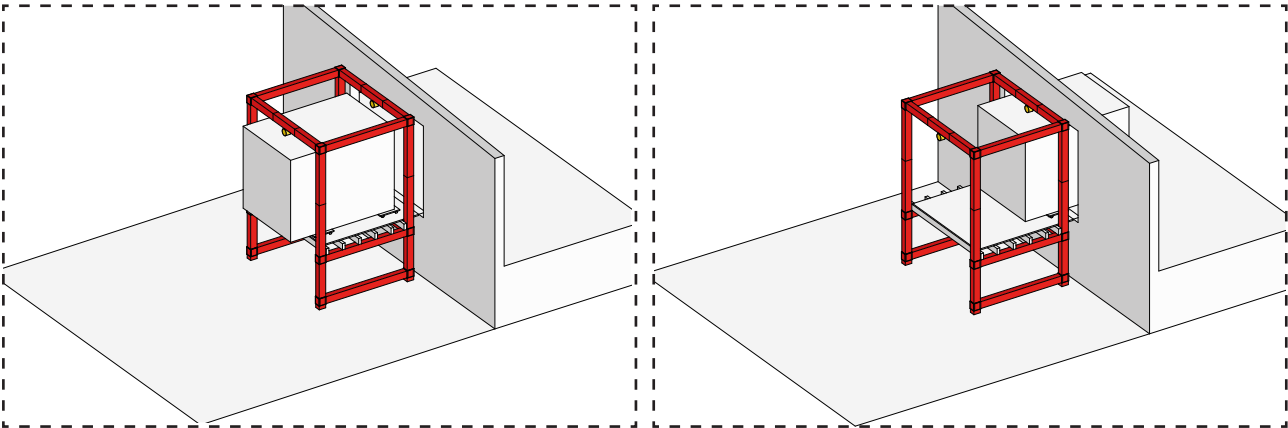
-Trabajo de montaje en altura

-Montar y desmontar forjado



1. El gadget es elevado mediante traspaleta sobre las carras y conducido al interior de la grúa.

2. Correctamente posicionado se debe eslingar y elevar con los polipastos previstos en la grúa



3. Llegada a la altura necesaria se fabrica un forjado provisional que permita descargar el gadget sobre las mismas carras en la plataforma

4. La plataforma al nivel exterior permite al gadget salir

GRÚA V2

Como actualización de la primera, se reduce la altura a partir de realizar el izado desde la base en vez desde la cubierta. Será necesario poner y quitar varias piezas del sistema modular por cada subida.

| ELEMENTO | SUBTIPO | Ud. |
|-----------------|---------|-----|
| POLIPASTO | | 4 |
| SISTEMA MODULAR | NUDO | 12 |
| | V-110 | 4 |
| | V-1000 | 26 |
| | V-2500 | 6 |
| CARRAS | | 4 |
| TRASPALETA | | 1 |

- Ventajas:

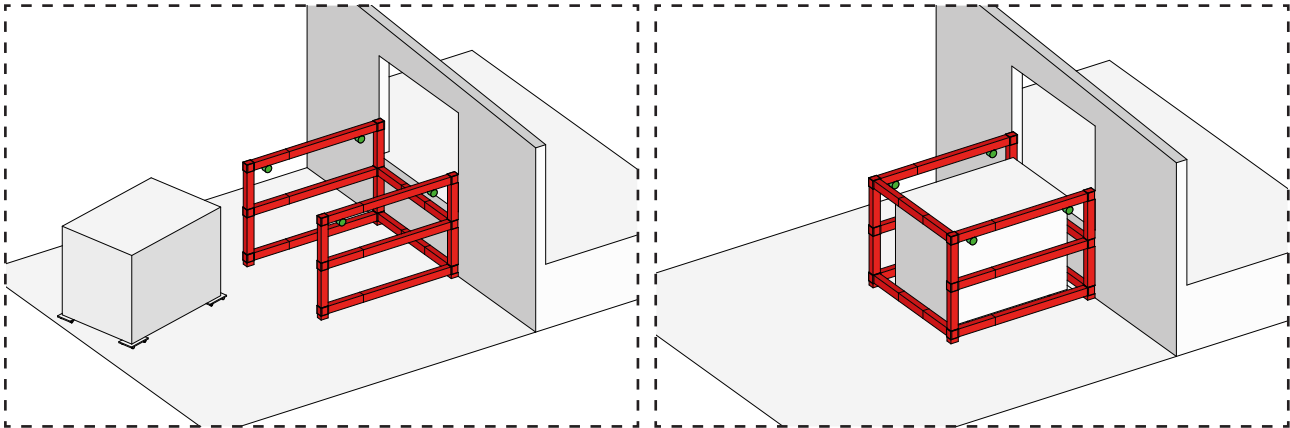
-Trabajo en suelo

-Simplicidad de construcción

-Pocas piezas
- Contras:

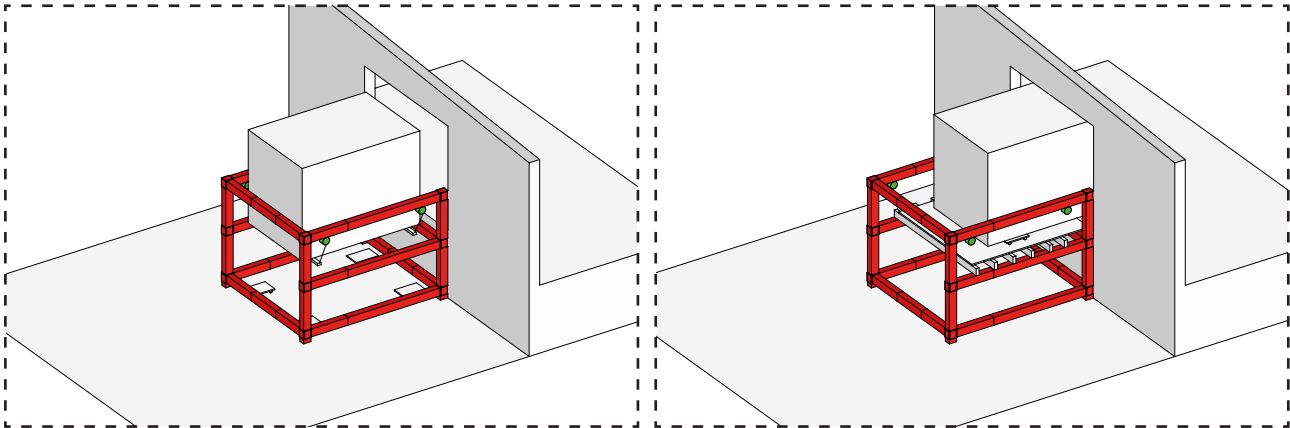
-Montaje y desmontaje de piezas provisionales

-Montar y desmontar forjado.



1: El gadget es elevado mediante traspaleta sobre las carras y conducido al interior de la grúa.

2: Correctamente posicionado se debe cerrar la grúa con dos piezas del mismo sistema y colocar el gadget sobre dos vigas las cuales serán izadas.



3: Llegada a la altura necesaria se fabrica un forjado provisional que permita descargar el gadget sobre las mismas carras en la plataforma.

4: La plataforma al nivel exterior permite al gadget salir.

GRÚA V3

Es el resultado de pensar la solución a partir de dos elementos independientes. La grúa, formada por dos cuerpos, uno a cada lado, y el forjado móvil, que será lo que se eleve hasta la altura del exterior.

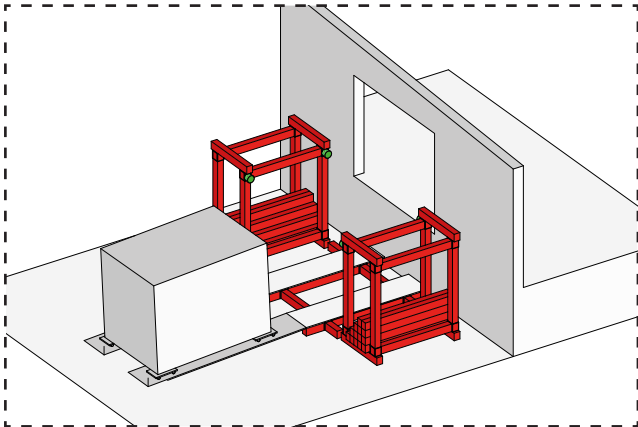
| ELEMENTO | SUBTIPO | Ud. |
|-----------------|---------|-----|
| POLIPASTO | | 4 |
| SISTEMA MODULAR | NUDO | 24 |
| | V-500 | 16 |
| | V-1500 | 8 |
| | V-2000 | 20 |
| | V-2500 | 28 |
| CARRAS | | 4 |
| TRASPALETA | | 1 |

Ventajas:

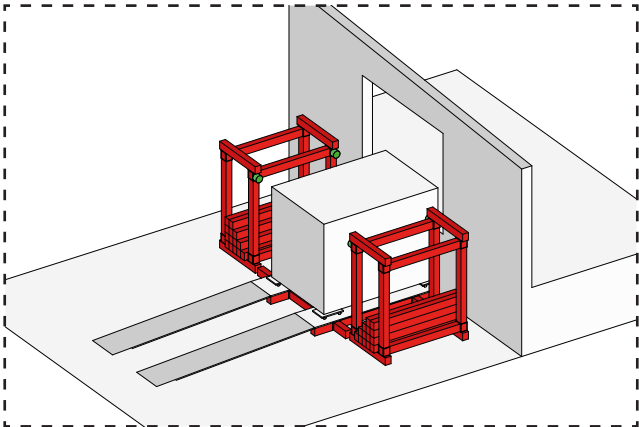
- Mayor rigidez
- Mayor estabilidad

Contras:

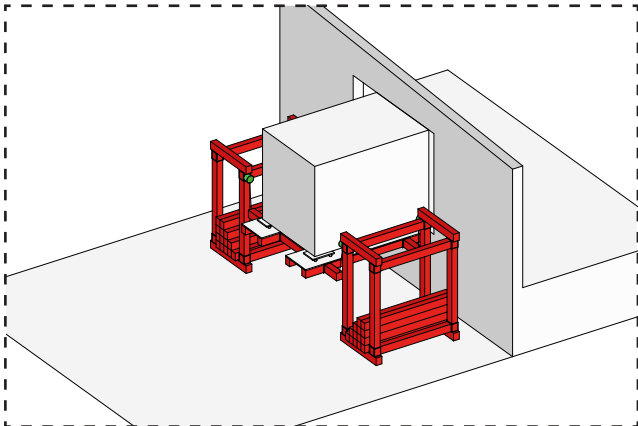
- Más piezas
- Más tiempo de construcción y desmontaje
- Montaje y desmontaje de patas provisionales



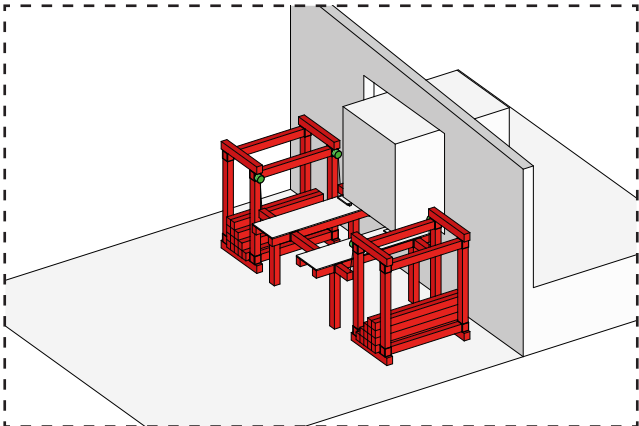
1. El Gadget es elevado mediante traspaleta sobre las carras y conducido sobre la plataforma mediante rampa.



2. Correctamente posicionado se debe bajar el gadget de las carras para evitar deslizamiento del mismo.



3. Se eleva controlando la igualdad de los 4 polipastos.



4. Conseguida la altura exterior, se colocan patas debajo de la plataforma para descargar la grúa y se desplaza el Gadget al exterior.

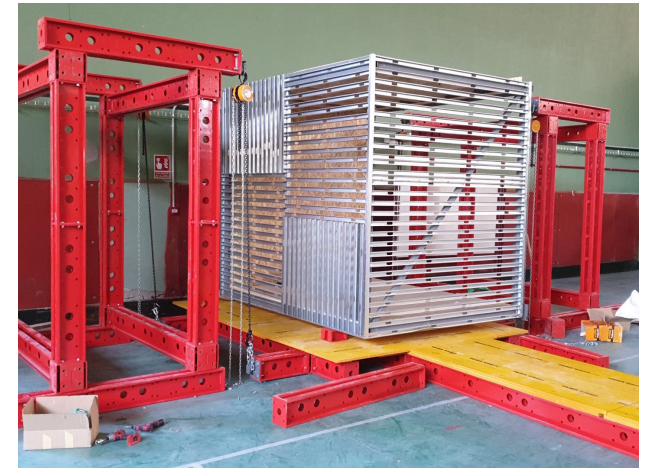
GRÚA V3

Finalmente se optó por la versión V3, la cual fue construida días antes de la carga de materiales en los camiones. Durante esos días se realizaron pruebas de carga, movimiento e izado de los Gadgets.

Se muestran varias fotos del proceso de montaje y pruebas en el Centro de Creación Digital.



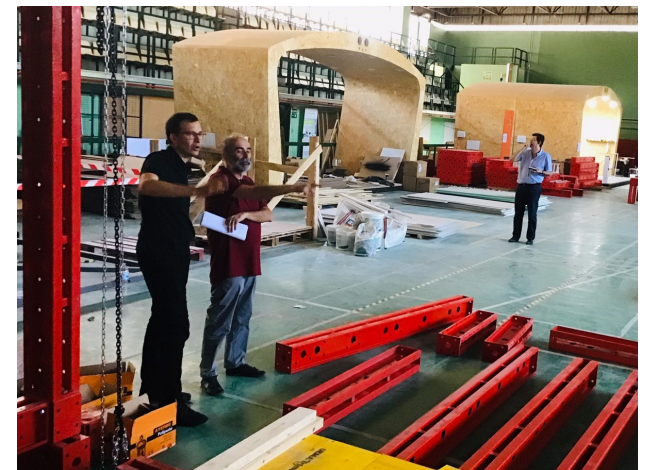
IMG12. Construcción de GRÚA V3
Elaborado por EQUIPO SOLAR DECATHLON - US, Sevilla (España), 2019



IMG13. Construcción de GRÚA V3
Elaborado por EQUIPO SOLAR DECATHLON - US, Sevilla (España), 2019



IMG14. Construcción de GRÚA V3
Elaborado por EQUIPO SOLAR DECATHLON - US, Sevilla (España), 2019



IMG15. Construcción de GRÚA V3
Elaborado por EQUIPO SOLAR DECATHLON - US, Sevilla (España), 2019

II.3. EXPERIENCIA PRÁCTICA PREVIA



IMG16. Foto de la estructura de la fase I en proceso de montaje.
Elaborada por: autor, Sevilla (España), 2019



IMG17. Foto de la estructura de la fase I una vez finalizado el montaje de prueba.
Elaborado por: GIL, D., Sevilla (España), 2019

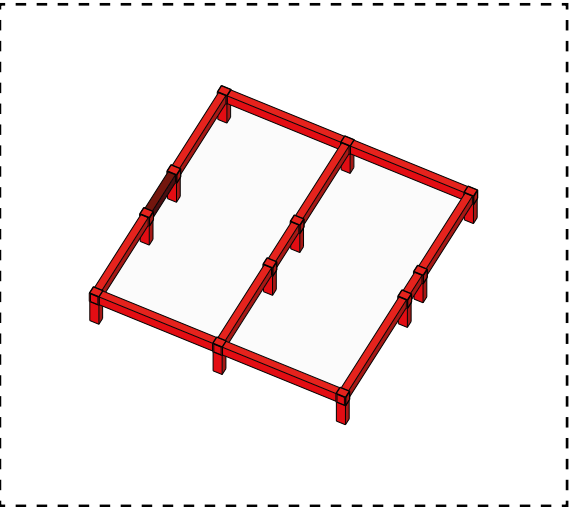
Una de las tareas más importantes que se realizaron en el Centro de Creación Digital una vez llegadas las piezas del sistema modular fue llevar a cabo una experiencia práctica como primera toma de contacto con el sistema. Los Decatletas construyeron la primera fase de la estructura del prototipo, siguiendo unos pasos previamente acordados.

El fin de esta actividad fue una primera toma de contacto con el sistema poniendo la teoría en práctica, sacar datos certeros a partir de una situación real y encontrar posibles complicaciones que puedan ser resueltas para la construcción final.

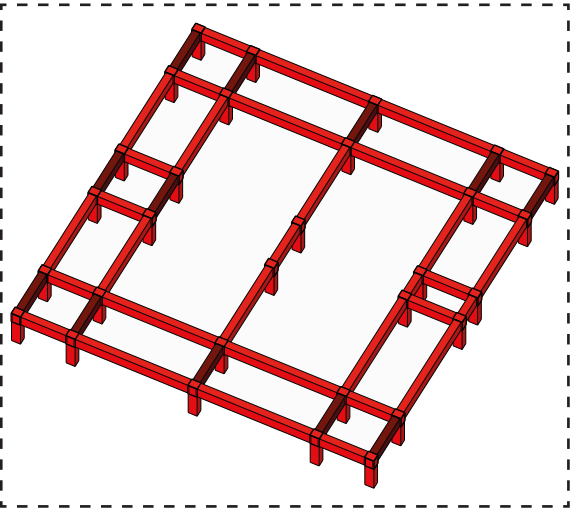
Gracias a esta experiencia se pudo sacar una aproximación en tiempos de construcción de la estructura, con el que realizar una equivalencia a los tiempos necesarios en el caso de la estructura completa. Se obtuvo una estimación de recursos humanos necesarios para la correcta y segura manipulación de dichas piezas. Además, gracias a esta toma de contacto con la construcción real, se llegaron a claves o estrategias que luego facilitarían el montaje final así como errores que serán corregidos en próximas construcciones.

La fase I contempla el anillo inferior del prototipo formado por un anillo interior más reducido y otro exterior, ambos conectados y elevados a 50 cm del suelo. Se eligió este fragmento del prototipo dada la repetición de la estructura en cada una de sus plantas. Perfectamente, se podría decir que se construyó el anillo intermedio o el anillo de cubierta.

CONCLUSIONES DE TIEMPO



Fase 1.1.



Fase 1.2.

La construcción de esta primera fase duró un total de 3:50 h entre un total de 4 personas sin previa experiencia. ¿Qué datos podemos sacar de aquí?

| | Nº Nudos | Nº Barras | Nº Uniones | Nº Tornillos | Nº Personas | TIEMPO (min) |
|-----------|----------|-----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| FASE 1.1 | 12 | 25 | 38 | 152 | 4 | 90 |
| FASE 1.2. | 18 | 50 | 82 | 328 | 4 | 140 |
| | 30 | 75 | 120 | 480 | 4 | 230 |

Por otra parte, se llevó a cabo otra actividad con el fin de concluir más datos, el tiempo en el que se coloca un tornillo correctamente. Haciendo la media entre 3 personas y 5 tornillos por personas. Dando finalmente un resultado aproximado de un minuto por tornillo y persona.

Con estos dos datos, se realiza una equivalencia matemática, donde intervienen los parámetros de número de tornillos, el número de personas y tiempo, pudiendo obtener unos resultados de referencia a la hora de programar las actividades.

Llegamos a conclusiones como que del tiempo de montaje un 50% se refiere a movimiento de piezas, es decir, una correcta logística y replanteo de cada conjunto de piezas por zonas puede reducir considerablemente el tiempo de montaje. Algo imprescindible en este concurso donde los tiempos son tan ajustados

CONCLUSIONES DE PESOS

Durante el montaje de la primera fase descrita se realizaron tomas de datos sobre los pesos de las piezas y la comodidad a la hora de transportarla.

Por lo general, una persona adulta puede levantar entre 20 y 25 kg.

| PIEZA | PESO | Nº Persoans |
|---------|-------|-------------|
| Nudo | 21,75 | 1 |
| V-110 | 5,14 | 1 |
| V-500 | 11,03 | 1 |
| V-1000 | 18,98 | 1 |
| V-1500 | 26,91 | 2 |
| V-2000 | 34,81 | 2 |
| V-2500 | 43,08 | 2 |
| VR-500 | 17,53 | 1 |
| VR-1000 | 29,50 | 2 |
| VR-1500 | 40,18 | 2 |
| VR-2500 | 65,43 | 3 |



IMG18. Ejemplo decathletas llevando una pieza V-1500
Elaborado por: MIEMBRO DEL EQUIPO SOLAR DECATHLON
UNIVERSIDAD DE SEVILLA, Sevilla (España), 2019

A partir de estos datos, se realizarán equipos de trabajo coherentes a las piezas del montaje.
(Ver “Capítulo III: Fases de Montaje”)

II.4. PRUEBAS IN-SITU

El hecho de haber montado parte del sistema modular del prototipo en el Centro de Creación Digital no solo sirvió para la experiencia práctica en montaje de los Decathletas, fueron muchas las tareas que se realizaron sobre esta construcción durante el tiempo que permaneció montado. A continuación, se expondrán alguna de ellas.

ESCALELRAS

La escalera del prototipo discurre entre el anillo interior y exterior, rodeando el prototipo y dando acceso a todos y cada uno de los Gadgets. A través de tramos de peldaños, mesetas y plataformas se va adaptando a los distintos niveles de estos ortoedros que se encuentran colgados.

El sistema modular cuenta con tubos y grapas, piezas especiales que se adaptan perfectamente al sistema y que de manera muy versátil configura los apoyos de las vigas y zancas. Este sistema se pensó sobre la porción de prototipo construida en el Centro de Creación Digital, donde se realizaron distintas pruebas con diferentes materiales hasta conseguir un diseño acertado.



IMG19. Pruebas de la escalera en el sistema modular
Elaborado por autor, Sevilla (España), 2019



IMG20. Foto de las uniones de la subestructura de la escalera.
Elaborado por autor, Sevilla (España), 2019



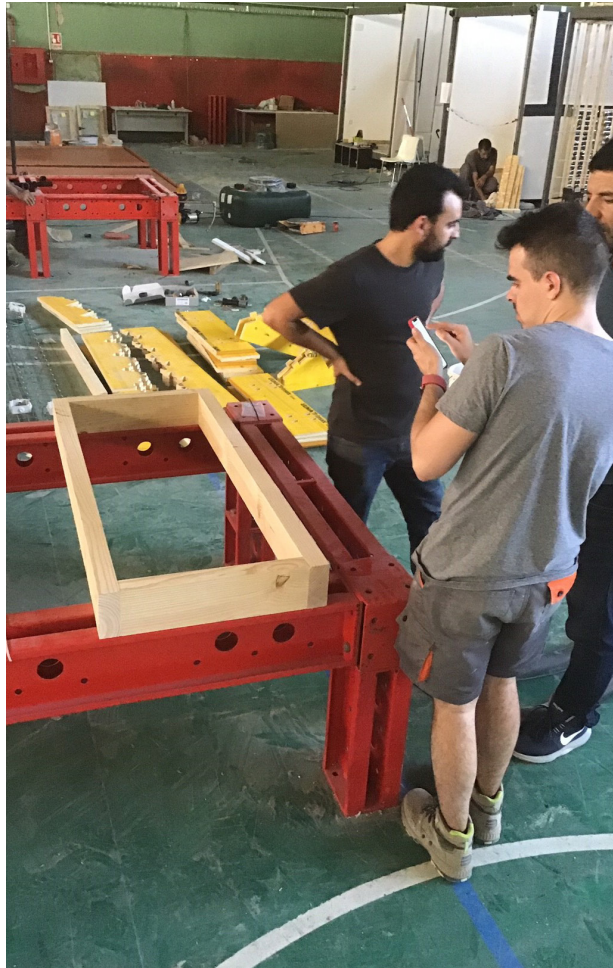
IMG21. Foto de la grapa.
Elaborado por autor, Sevilla (España), 2019



IMG22. Foto de la grapa 90°.
Elaborado por autor, Sevilla (España), 2019

PLATAFORMA CENTRAL

La plataforma ubicada en el centro del prototipo, elevada sobre la superficie también fue otra de las tareas a desarrollar sobre lo construido. Finalmente se optó por marcos de madera aserrada que actúan de estructura de unos paneles contrachapados antideslizantes que se colocarán sobre ellos. Todo este sistema se prefabrica y se transportará semimontado.



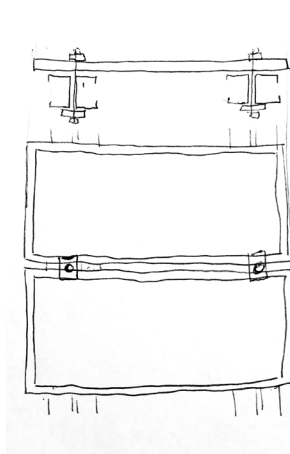
IMG23. Foto del marco prefabricado para la formación de la plataforma central
Elaborado por: HERRERA, R., Sevilla (España), 2019



IMG24. Foto del marco prefabricado para la formación de la plataforma central
Elaborado por: HERRERA, R., Sevilla (España), 2019

PLACAS FOTOVOLTAICAS

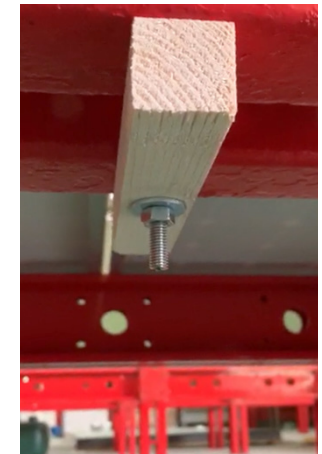
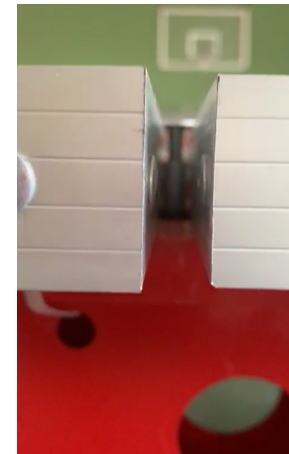
El conjunto de paneles fotovoltaicos también fueron testados durante el periodo en el que el prototipo estuvo semiconstruido. Gracias a la repetición de la estructura en todas sus plantas el anillo construido perfectamente podría entenderse como la cubierta de este. Se llegó a un sistema de anclaje aprovechando la misma estructura del sistema modular.



IMG25. Croquis de obra.
Elaborado por: HERNÁNDEZ M,
Sevilla (España), 2019



IMG26-27-28. Fotos extraídas del video en el que se muestra la fijación de paneles fotovoltaicos a sistema modular
Elaborado por: HERRERA, R, Sevilla (España), 2019



INSTALACIÓN FONTANERÍA Y ELÉCTRICA:

Para otras instalaciones como la fontanería o las rejillas de la instalación eléctrica también fue fundamental tener un modelo construido idéntico al real para realizar un importante trabajo previo. Se replantearon y cortaron todos los componentes de estas sobre la estructura, fueron marcados y empaquetados correctamente para su posterior montaje en Hungría.



IMG29. Sistema modular; instalación de fontanería, rejillas de instalación eléctrica y zancas de escalera precortadas.
Elaborado por: técnico de fontanería, Sevilla (España), 2019



IMG30. Instalación de fontanería replanteada y marcada sobre el sistema modular
Elaborado por: técnico de fontanería, Sevilla (España), 2019

CAPÍTULO III. Fases de montaje

CAPÍTULO III. Fases de montaje

Habiendo analizado la regulación del concurso en cuanto a construcción, conociendo el sistema y habiendo adquirido cierta experiencia en la práctica con el mismo estamos capacitados para realizar una propuesta eficaz y segura del montaje de la estructura base del prototipo.

Visto el tiempo que consume el movimiento de piezas se hará un esfuerzo en tener en cuenta siempre el número de piezas de cada tipo necesarias para el montaje de cada fase.

Esta propuesta de montaje se realiza y organiza partiendo del trabajo de seis personas. No necesariamente será el número exacto de personas en obra, pero servirá de referencia a la hora de organizar el trabajo y las tareas.

Según la normativa, se permiten un total de 16 horas de trabajo al día en total y 7 horas cada persona por día.

*"During the assembly and disassembly phases, Teams may work 16 hours per day, always complying with the working shifts established by the Health and Safety officials. Please refer to Section 4.0, Rule 52.4.6 for further details regarding working shifts and requirements according to Health & Safety regulations."*¹

*"In compliance with the Local Regulation, the maximum number of working hours is 7 hours per day and worker. Therefore, Teams are recommended to organize three working shifts of 8 hours, including 1 hour for lunch and a 15 minutes' break for each shift. Teams are also encouraged to have a specific area for having lunch or resting, or even better, to order..."*²

Además de estos parámetros, se tendrá especial atención a la seguridad durante el montaje, mediante anotaciones y esquemas adjuntos.



IMG31. Sistema modular, instalación de fontanería, rejillas de instalación eléctrica y zancas de escalera precortadas.
Elaborado por: HERRERA, R., Sevilla (España), 2019

1. SOLAR DECATHLON EUROPE, "Regla 4.12. Working system" (p.19), SDEL19 RULES. Version 2.0., 2018

2. IDEM, "Regla 52.4.6 Working Shifts and resting" (p.116)

III.0. CONDICIONES PREVIAS

Se presenta un esquema del solar según las tareas realizadas durante los primeros días, correspondientes y dando prioridad al montaje del sistema modular que compondrán la estructura base del prototipo. Concluida, podrá reorganizarse el espacio de trabajo.

- LEGENDA
- Camión

1
- Huella grúa

2
- Máximo radio necesario: 20m

3
- Zona de almacenaje del sistema modular

4
- Zona de trabajo con el sistema modular

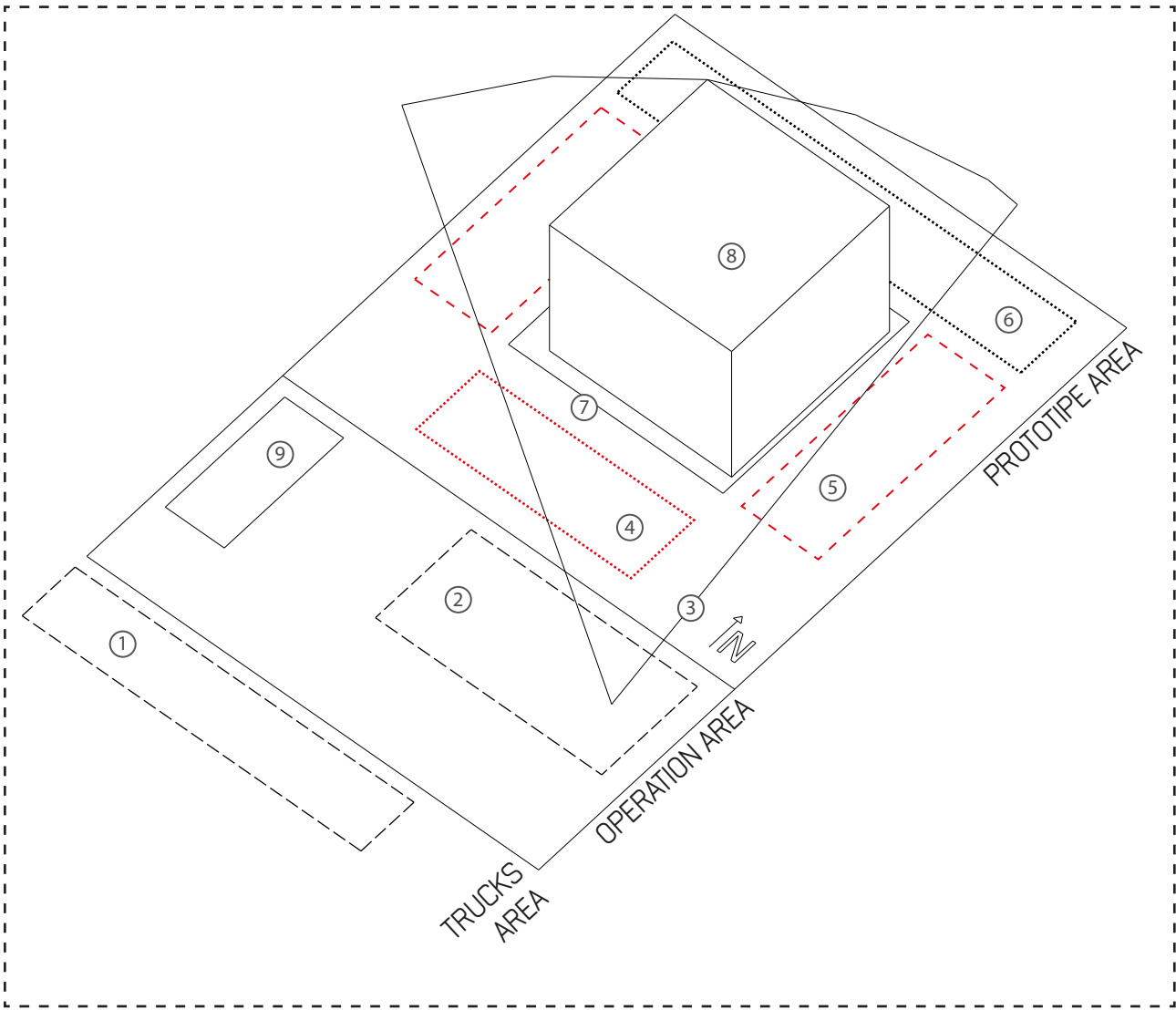
5
- Almacenaje de materiales

6
- Solera de apoyo del prototipo

7
- Volumen de la estructura

8
- Base del equipo

9

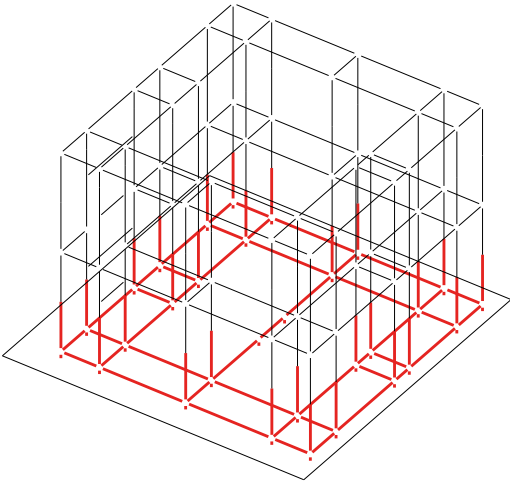


III.1. FASE Nº1

La primera fase constituye el anillo inferior del prototipo junto con las piezas que lo separan del suelo; es decir, la base de la estructura. Todo el prototipo se apoya en una solera de hormigón de 9,5 x 9,5 m que actúa de cimentación, por lo que la posición del prototipo con respecto a la solera se determina en esta primera fase.

Se propone unos pasos determinados para el montaje de esta primera fase, primando la facilidad y eficacia. Se opta por aprovechar en la primera fase el total de los Decathletas en lugar de realizar tareas simultaneas y, a partir de esta, dividirse en diferentes equipos de trabajo.

A continuación, se adjuntan, al principio de cada fase, un listado del tipo y número de piezas para que puedan ser apartadas de la paletización y así agilizar el montaje. Del mismo modo, de acuerdo a las estadísticas anteriores, se prevé un tiempo total de esta actividad de 189 min es decir, **3h y 10 min**.



| ELEMENTO | FASE 1 TOTAL | Paso 1.1. | Paso 1.2. | Paso 1.3. | Paso 1.4. |
|----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nudo | 30 | 12 | 14 | 4 | |
| V-110 | 30 | 12 | 14 | 4 | |
| V-500 | 2 | 1 | | 1 | |
| V-1000 | 13 | 1 | 8 | 4 | |
| V-1500 | 17 | | | | 17 |
| V-2000 | 8 | 5 | | 3 | |
| V-2500 | 10 | 5 | | 5 | |
| VR-500 | 0 | | | | |
| VR-1000 | 12 | 1 | 6 | 5 | |
| VR-1500 | 11 | | | | 11 |
| VR-2500 | 0 | | | | |

| | Nº NUDOS | Nº BARRAS | Nº UNIONES | Nº TORNILLOS | Nº PERSONAS | TIEMPO (min) |
|--------|----------|-----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Fase 1 | 30 | 103 | 148 | 592 | 6 | 189 min |

PASO 1.1.

El primer paso constituye el anillo interior de la base. Es importante realizar un correcto replanteo y marcar en el suelo los 90°

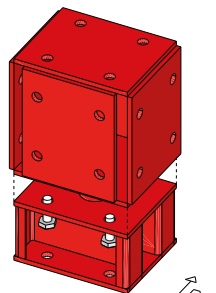
Se comienza por uno de los dos rectángulos que la componen, colocando el conjunto de NUDO + V110 (FIGURA 1) en las esquinas.

El nudo parece simétrico, es importante colocar todos los nudos en el mismo sentido, la cara larga en el sentido este-oeste y los orificios laterales en vertical.

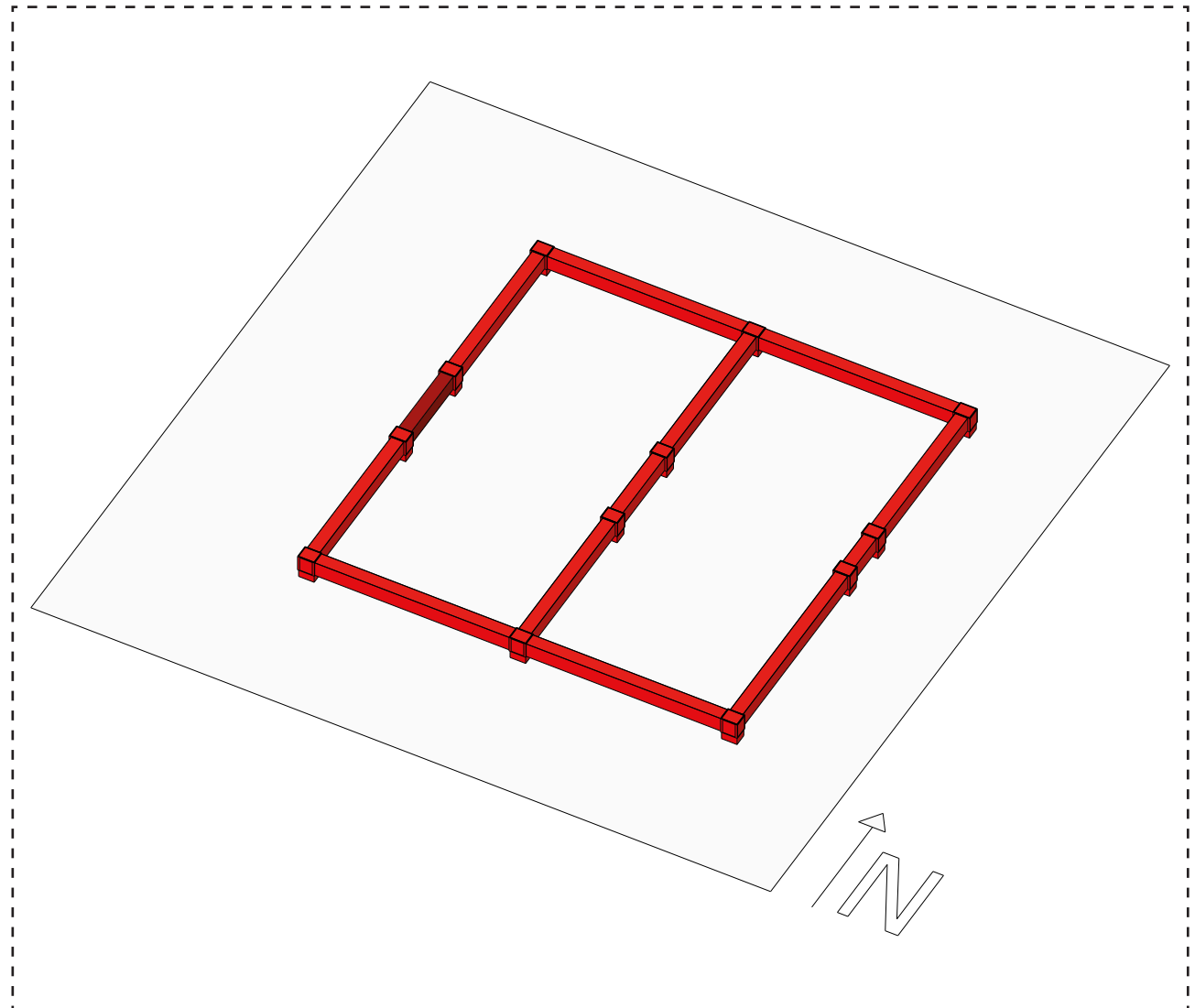
Esto debe repetirse en absolutamente todos los nudos del prototipo.

NOTA: Todos los nudos deben posicionarse de igual manera.

- Nivelación horizontal de la base de la estructura, antes de continuar la construcción, mediante placas metálicas
- Fijación de la estructura mediante taco de compresión a la solera.
- Correcta posición con respecto a la solera. (no es equidistante)




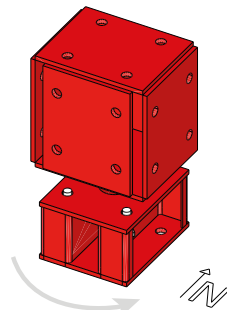
[FIGURA 1]



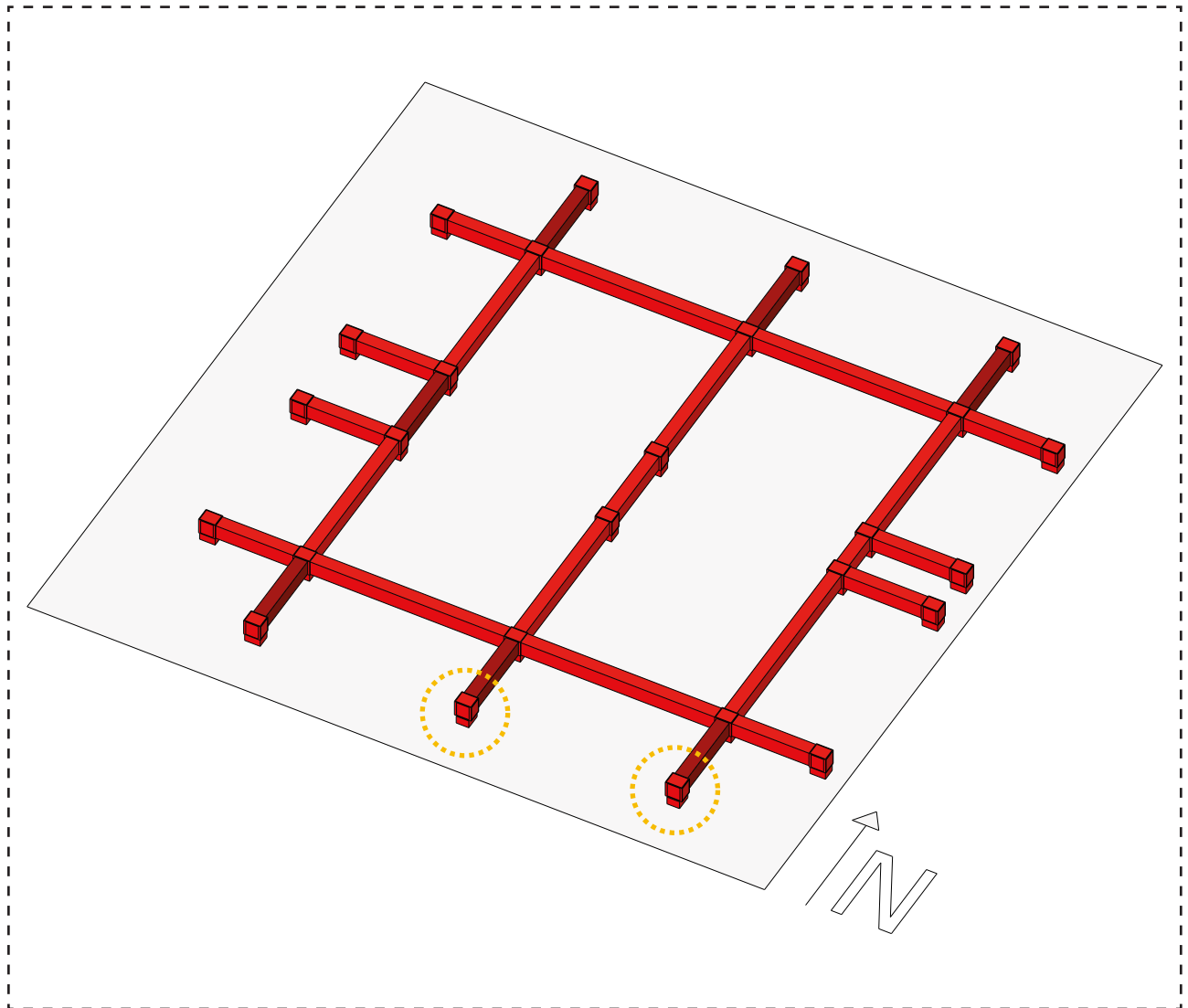
PASO 1.2.

Se trata de las piezas que conectan el anillo interior con el exterior. A cada nudo se le conecta una pieza V-1000 hacia el exterior y posteriormente se le anexa el conjunto NUDO + VII0.

 **NOTA:** Existen dos piezas NUDO+VII0 distintas al resto debido al posterior cuelgue de uno de los Gadgets. La pieza VII0 se coloca 90° con respecto a las demás. [FIGURA 2]

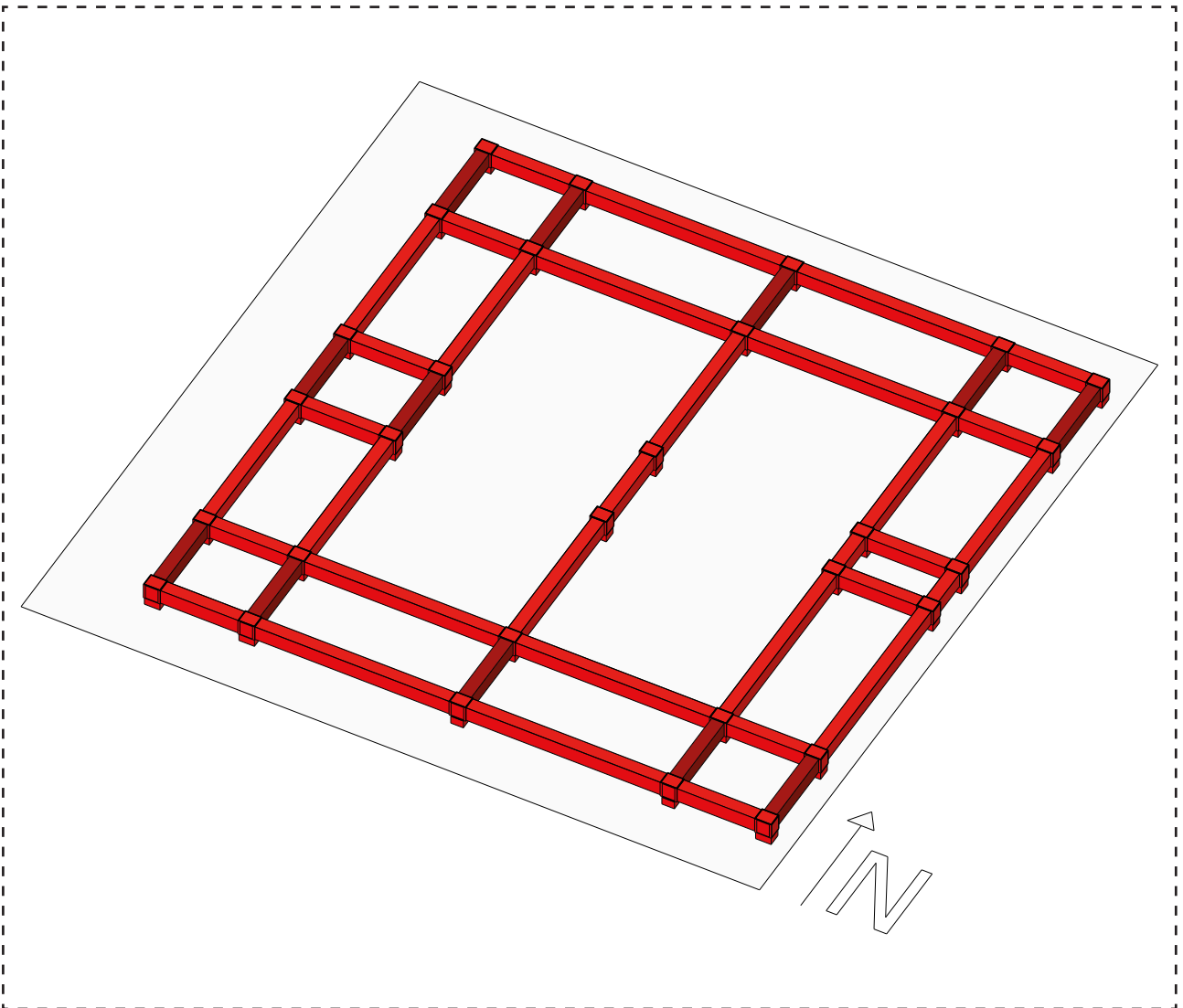


[FIGURA 2]



PASO 1.3.

Se conforma el anillo exterior. Comenzando desde el interior de los lados, hacia las esquinas.

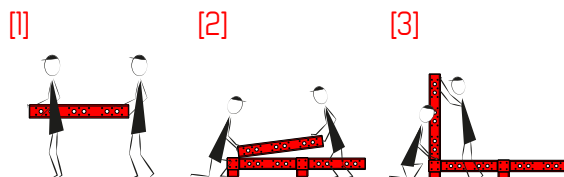


PASO 1.4.

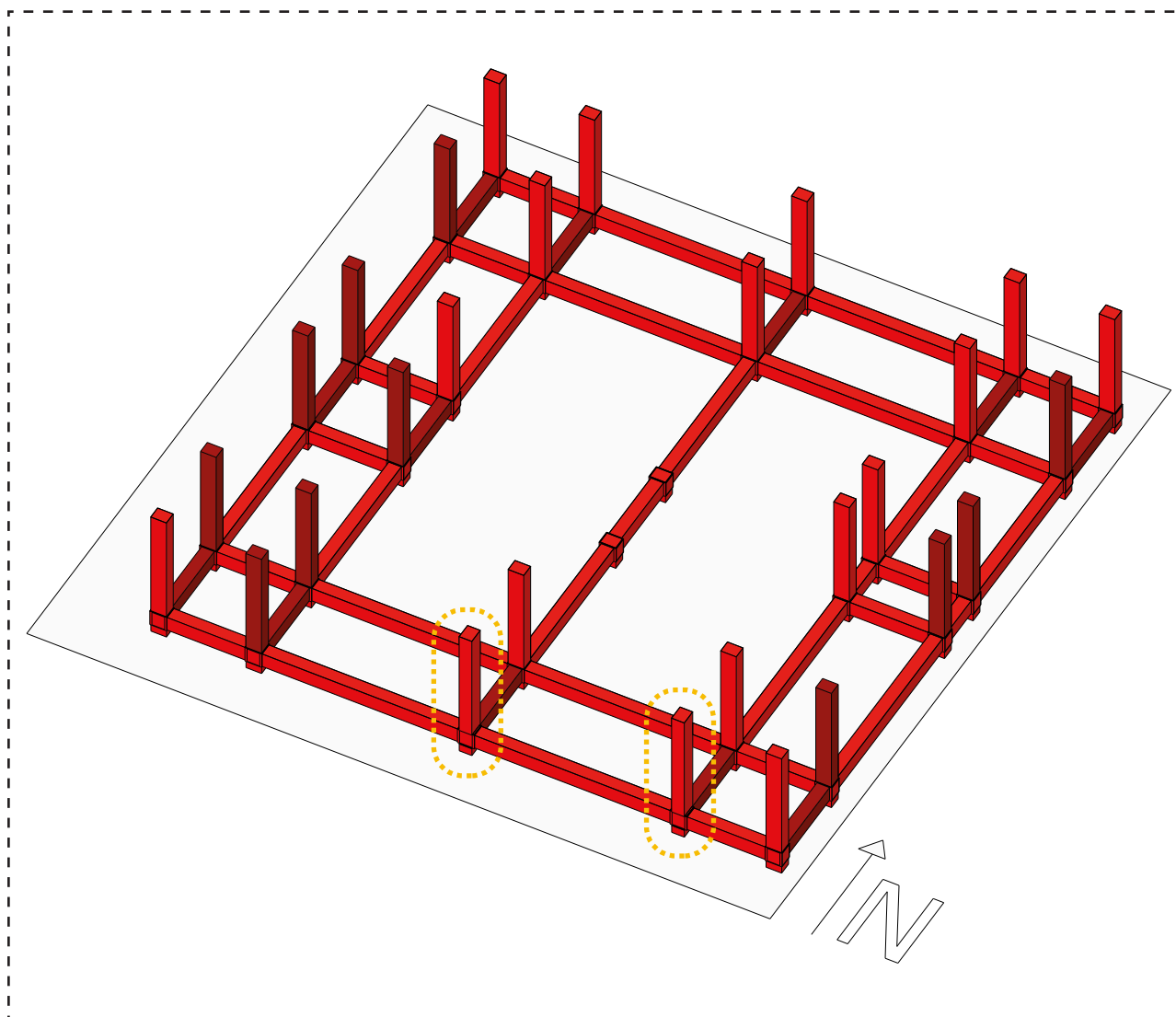
Consiste en levantar el arranque de pilares formado por piezas V-1500 por cada nudo existente.

Para levantar pilares de forma segura es aconsejable seguir las instrucciones expuestas:

- 1) Llevar la pieza acorde con la tabla (capítulo II) donde se especifica el número de personas recomendadas por cada tipo de pieza.
- 2) Posicionar la pieza a 90° con el nudo donde irá colocada y elevar, una o dos personas levantándola mientras otra asegura la base.
- 3) Mientras una persona asegura la pieza lo más alto posible, para evitar vuelco, la otra atornilla.



NOTA: Los pilares marcados van en el sentido opuesto.

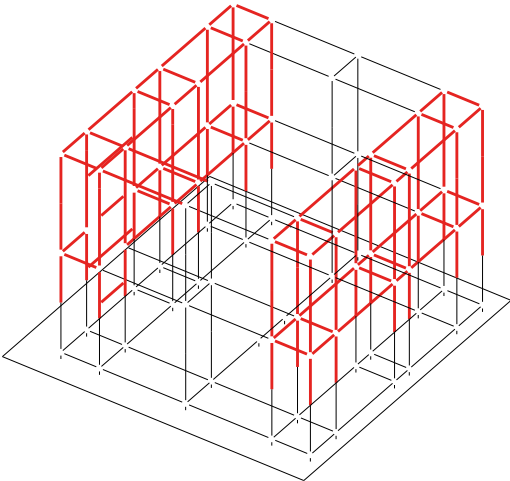


III.2. FASE N°2

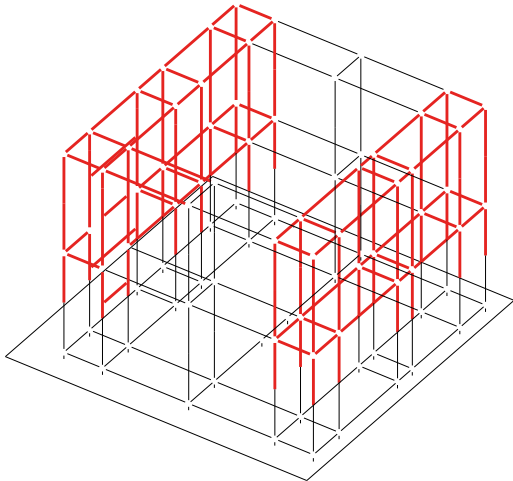
La segunda fase compone los dos cuerpos laterales del prototipo hasta conseguir su altura completa, estos dos cuerpos van colocados directamente sobre el arranque de pilares ya levantados en el último paso de la Fase I.

Con el fin de reducir esfuerzos y ganar seguridad se hará un esfuerzo en pensar de que manera puede ser construido evitando los riesgos en altura, partiendo de la base de montaje en cota 0. Al final de esta fase dispondremos de una grúa que nos ayudará a conseguir este objetivo.

Durante esta fase se trabajará a ambos lados del prototipo, facilitando el recorrido de la grúa cuando sea necesario izar. El equipo iniciará la fase dividido en dos, para que simultáneamente se trabaje en ambos cuerpos construyendo todo aquello que no precise de grúa. Una vez que se necesite de esta, el equipo volverá a unirse con el fin de agilizar el trabajo con maquinaria.



| ELEMENTO | FASE 2 TOTAL | Paso 2.1. izq | Paso 2.1. dch | Paso 2.2. | Paso 2.4. | Paso 2.6. | Paso 2.8. |
|----------|--------------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nudo | 48 | 24 | 24 | | | | |
| V-110 | 0 | | | | | | |
| V-500 | 4 | | 4 | | | | |
| V-1000 | 24 | 12 | 12 | | | | |
| V-1500 | 39 | 5 | 8 | 5 | 5 | 8 | 3 |
| V-2000 | 11 | 7 | 4 | | | | |
| V-2500 | 4 | | 4 | | | | |
| VR-500 | 5 | | | 5 | | | |
| VR-1000 | 20 | 11 | 8 | | 1 | | |
| VR-1500 | 23 | 2 | 4 | 2 | 7 | 4 | 4 |
| VR-2500 | 5 | 5 | | | | | |
| C-1000 | 2 | 1 | | | 1 | | |
| C-110 | 4 | 2 | | | 2 | | |
| C-2000 | 2 | 1 | | | 1 | | |
| CHAPAS | 5 | 2 | | | 3 | | |



De este modo, y a partir de las estadísticas anteriores, podemos deducir que el tiempo aproximado del montaje. El tiempo de montaje sin grúa es de 194 min, es decir 3 horas y 10 minutos.

A partir de que la grúa comienza a trabajar, se tardaría unos 130 minutos, es decir, 2 horas y 10 minutos más en concluir el montaje de los dos cuerpos.

La fase 2, contando que no se retrasa la llegada de la maquinaria, serían 5 horas y 20 minutos.

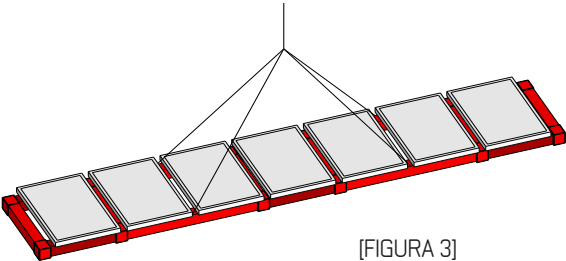
| | Nº NUDOS | Nº BARRAS | Nº UNIONES | Nº TORNILLOS | Nº PERSONAS | TIEMPO (min) |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Paso 1 Izq. | 24 | 89 | 72 | 288 | 3 | 184 |
| Paso 1. Dch. | 24 | 68 | 76 | 304 | 3 | 194 |
| Total Paso 1 más desfavorable | | | | | | 194 |
| Pasos 2-9 | 0 | 63 | 102 | 408 | 6 | 130 |
| | 48 | 220 | 254 | 1000 | 12 | 324 |

PASO 2.1. Cuerpo izquierdo y derecho simultáneamente

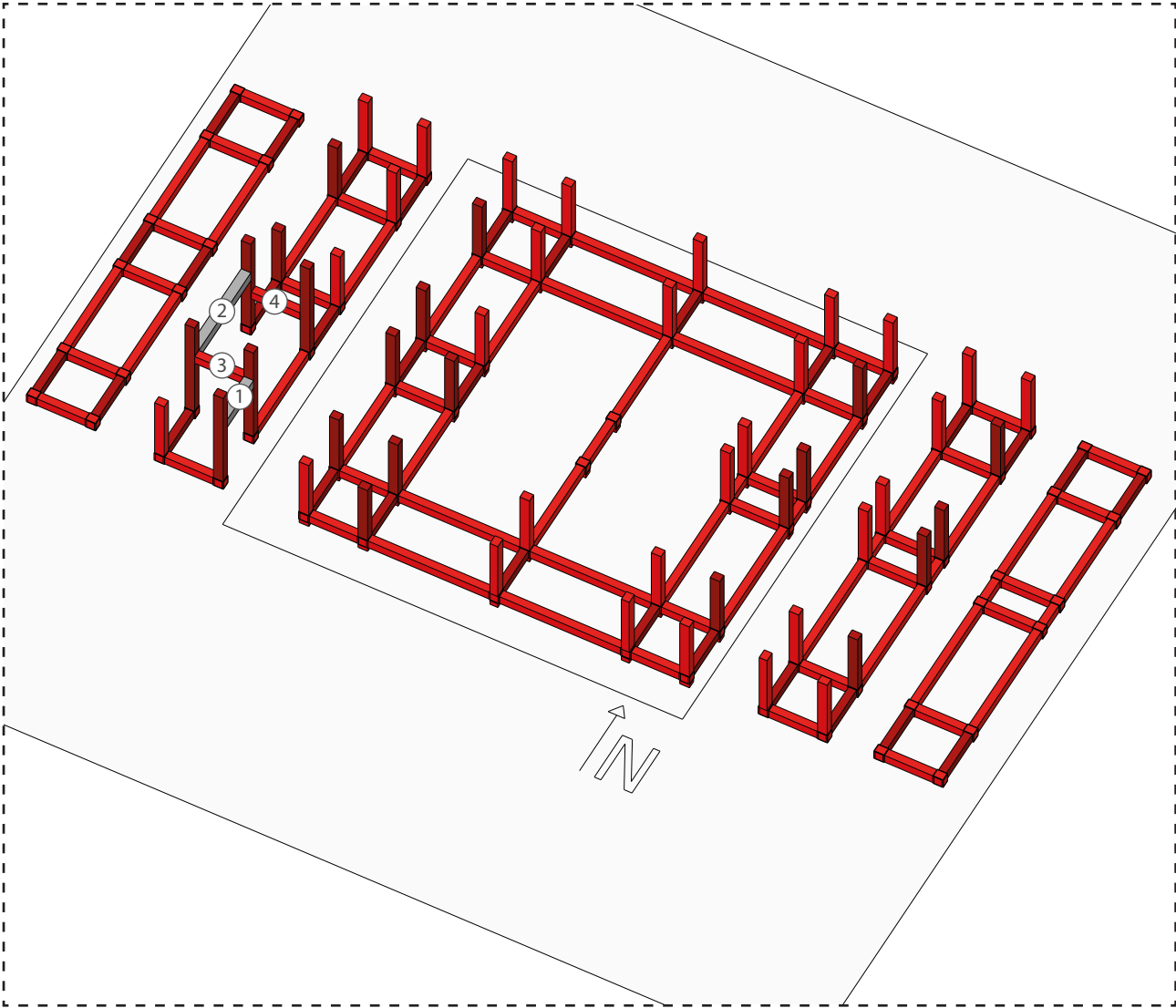
Como se ha mencionado anteriormente y como premisa imprescindible de este trabajo, se realizará de modo que la labor en altura sea mínima.

En este paso, se construirá a ambos lados del prototipo los dos niveles que componen cada uno de los cuerpos en equipos de tres personas cada uno.

- NOTA1: Se debe tener especial atención en la colocación de las piezas 1, 2, 3 y 4. Marcadas en la ilustración, para ello será necesario consultar los planos de montaje.
- NOTA2: Una vez concluido este paso, cabe la posibilidad de montar las placas solares sobre el nivel cubierta, aprovechando que se está trabajando en el suelo y así evitar la futura colocación a 7m de altura. [FIGURA 3]




[FIGURA 3]




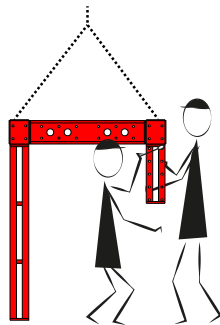
PASO 2.2. Cuerpo izquierdo

Una vez se ha fabricado en el suelo el nivel intermedio y el nivel cubierta de ambos cuerpos se debe hacer uso de la grúa.

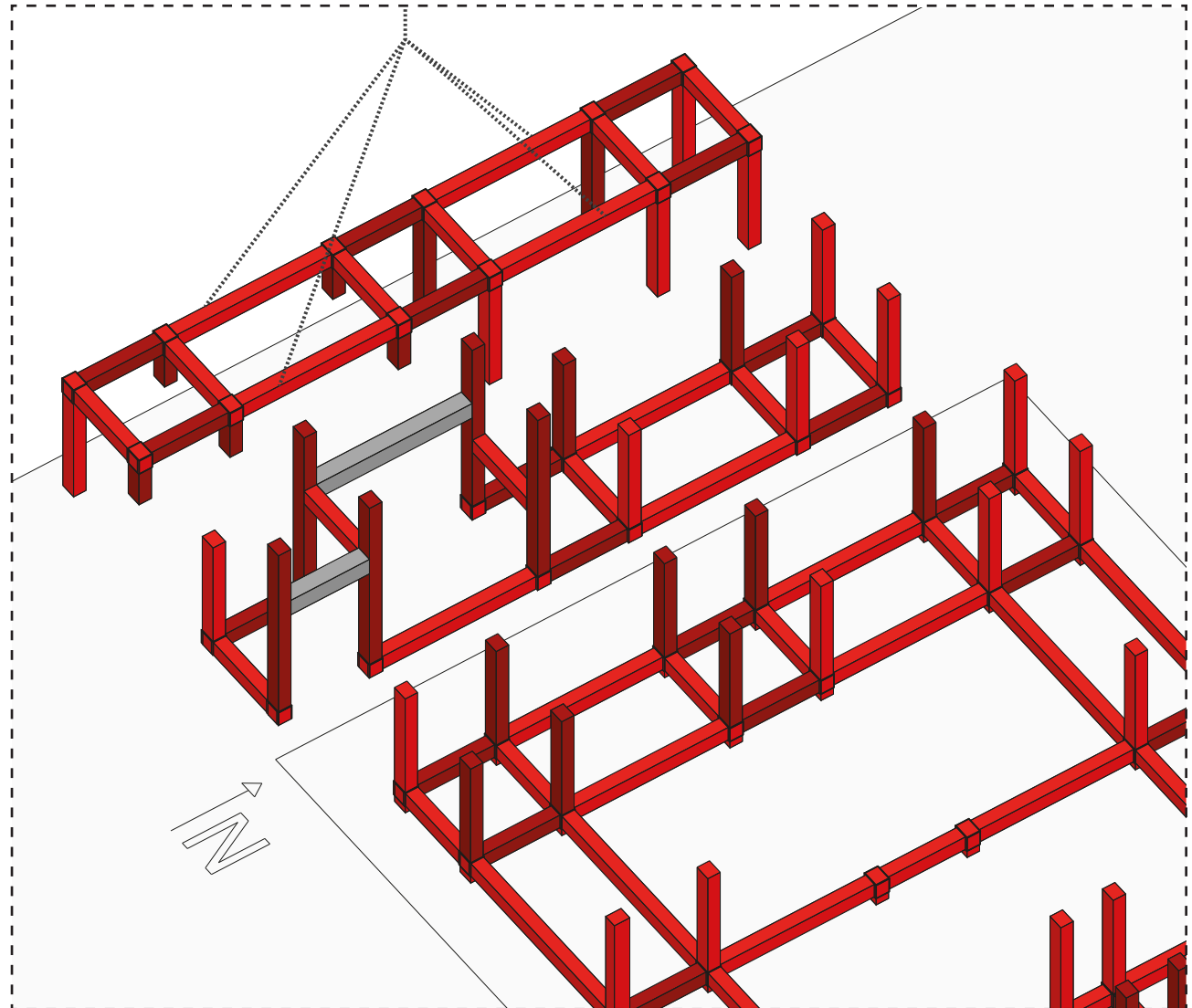
Las 6 personas del equipo deberán unirse de nuevo con el fin de agilizar el trabajo con la máquina. Se comenzará a levantar el cuerpo izquierdo, debido a ser ligeramente más complejo.

 **NOTA:** Se debe eslingar teniendo en cuenta la masa del volumen a izar, no siempre el centro de la estructura a levantar por una grúa es la mitad.

 **ADV:** La colocación de los pilares a un peso ya levantado debe hacerse entre una o dos personas que lo peguen al nudo (acorde al peso de la pieza) y otra que únicamente ajuste su posición y atornille sin hacer demasiado esfuerzo [FIGURA 4]



[FIGURA 4]



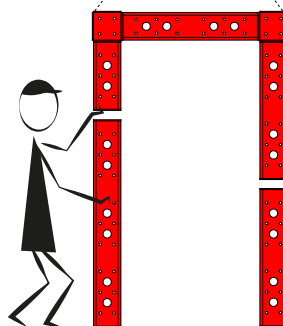
PASO 2.3. Cuerpo izquierdo

Este nivel de cubierta, al que se le han colocado las terminaciones de los pilares debe posicionarse exactamente sobre el otro nivel ya construido.

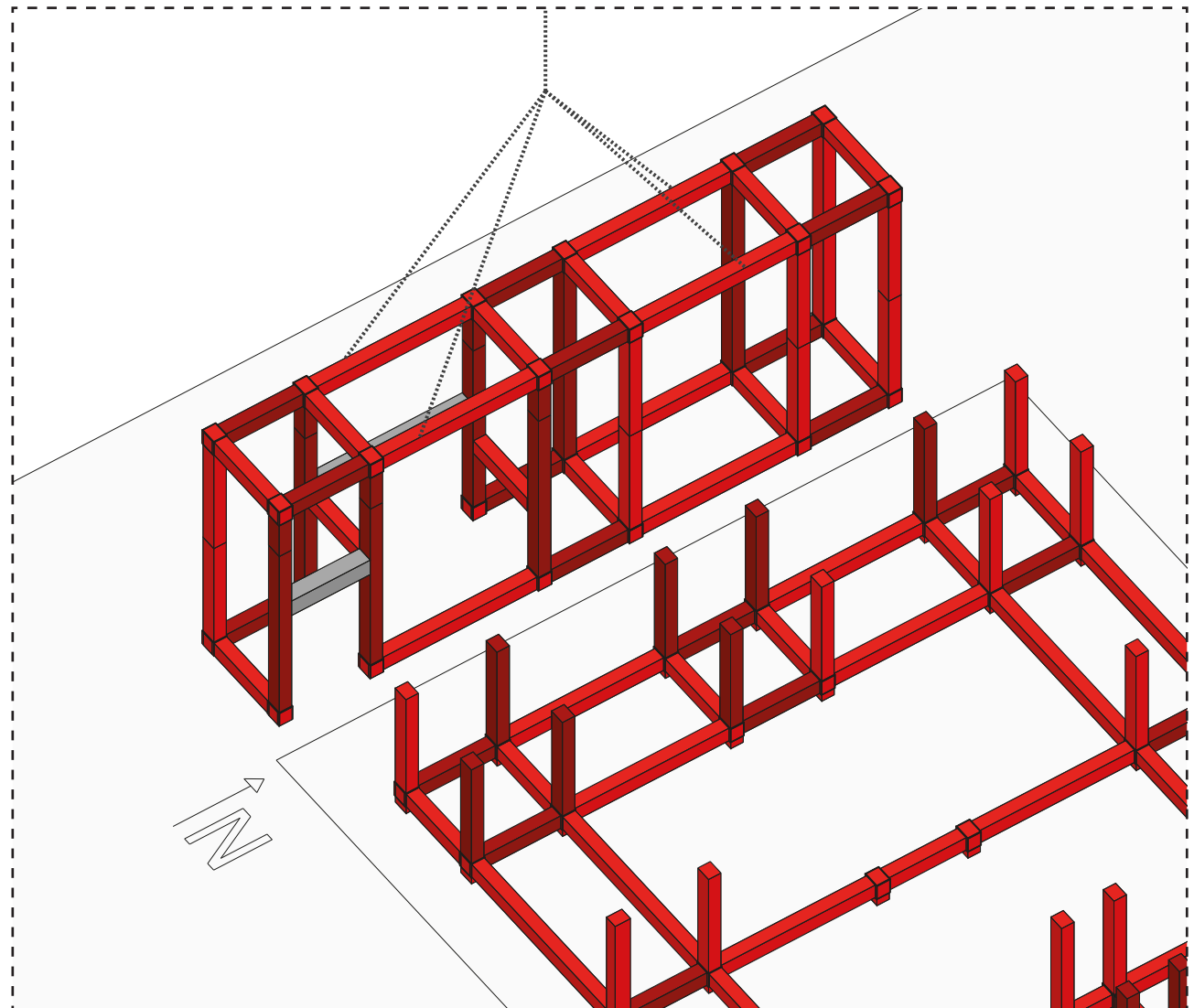
Esta tarea debe hacerse con precaución y realizar la unión cuidadosamente para que el acercamiento y contacto de las dos estructuras no produzca daños en la misma ni accidentes en los Decathletas de alrededor.

Se presentarán los tornillos sin apretar hasta que ambas piezas hayan coincidido por completo.

⚠ ADV: Debe tenerse extremo cuidado de no posicionar las manos en ningún lugar donde las estructuras (la izada y la construida en el suelo) toquen [FIGURA 5]




[FIGURA 5]

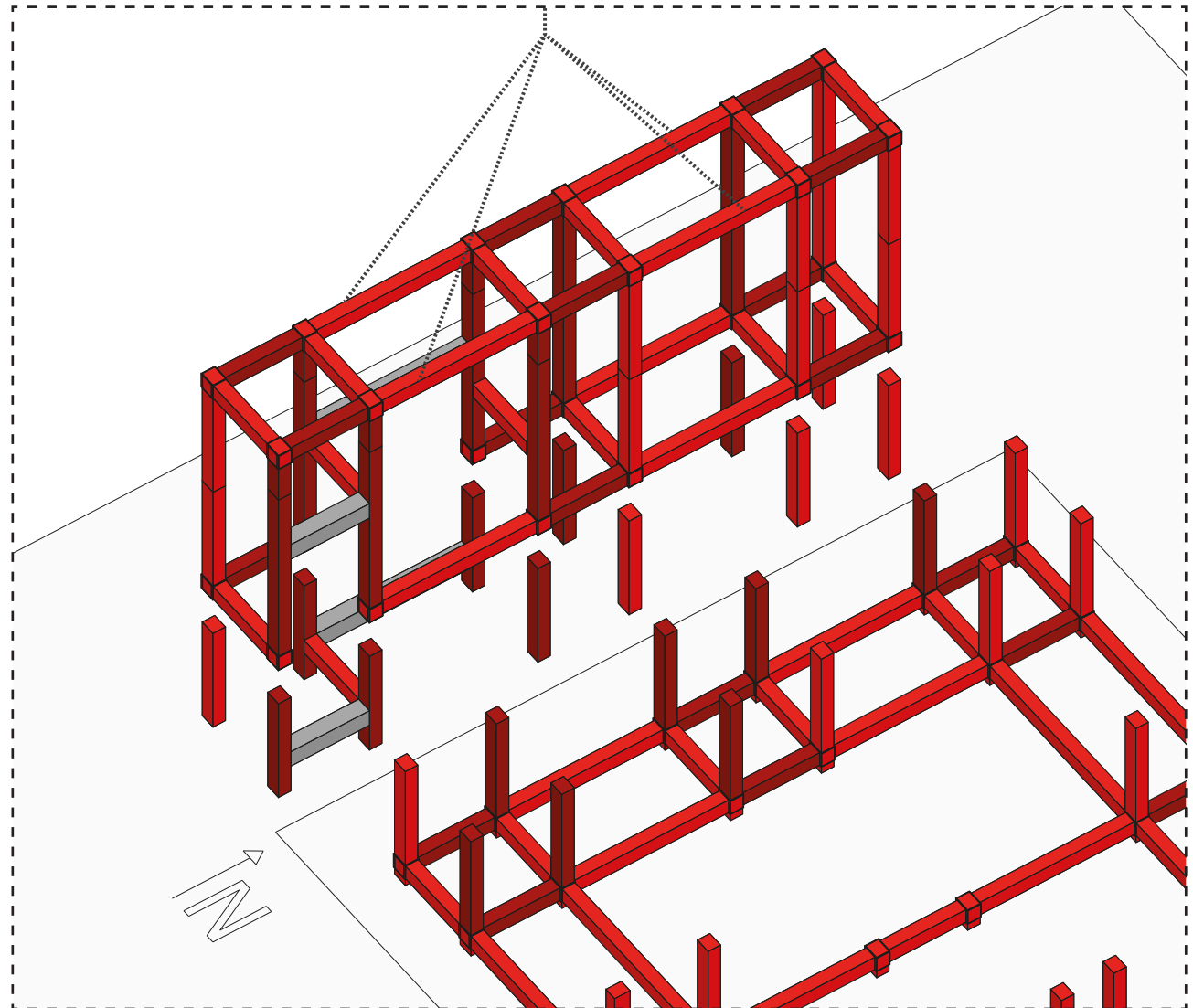


PASO 2.4. Cuerpo Izquierdo

Esta estructura completa resultante de la unión de los dos niveles construidos independientemente será elevada lo necesario para colocar bajo esta los pilares.

Atendiendo a las mismas recomendaciones ya explicadas en el paso 2 de esta misma fase.

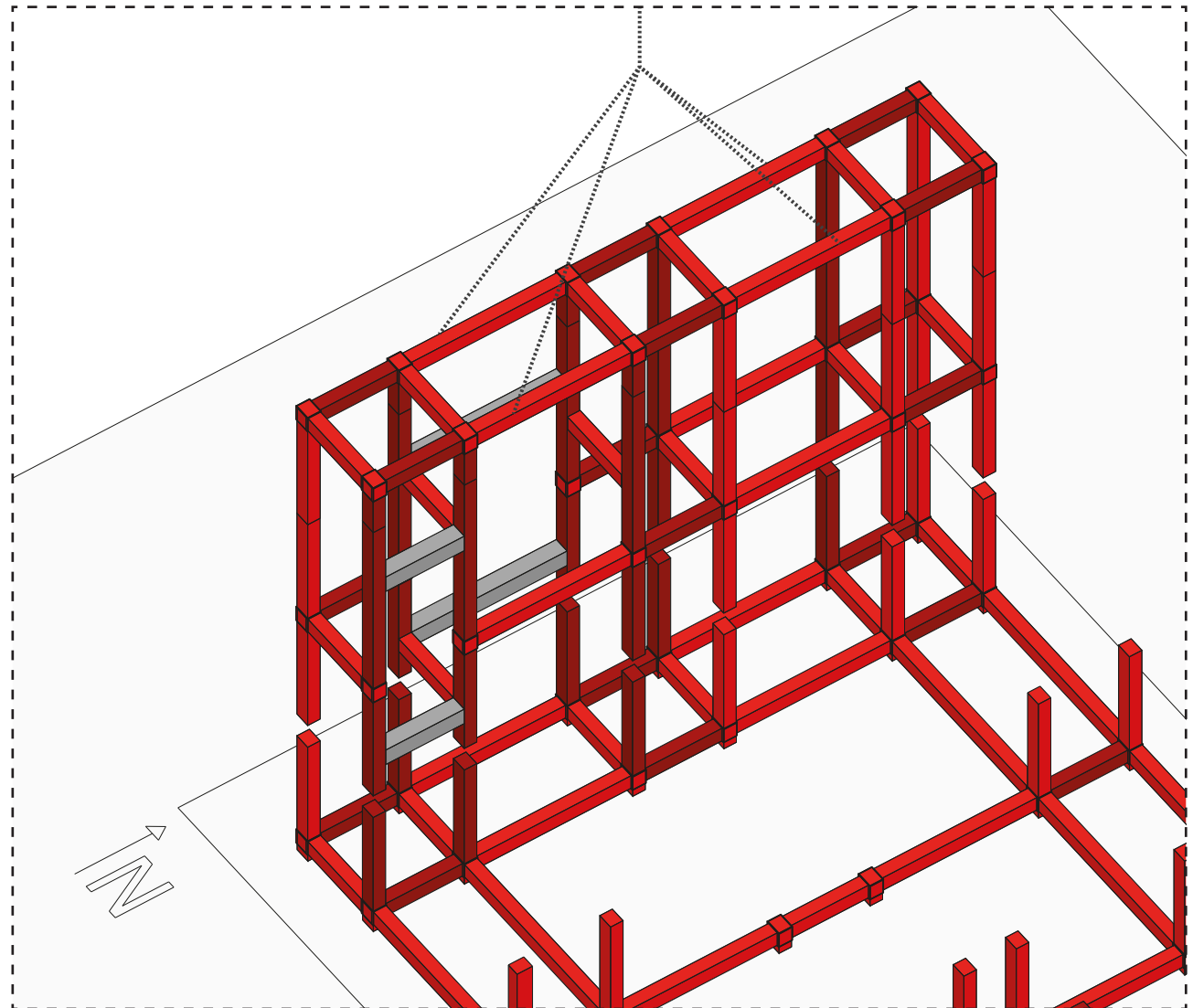
 **NOTA:** Se debe tener especial atención en la colocación de las piezas 1, 2 y 3. Marcadas en la ilustración, para ello será necesario consultar los planos de montaje.



PASO 2.5. Cuerpo Izquierdo

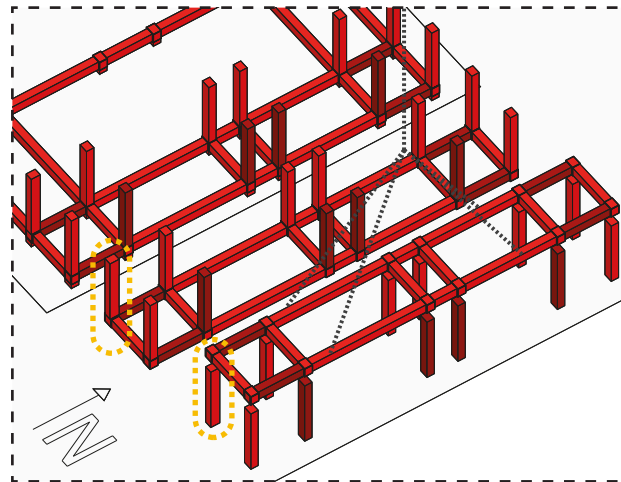
En esta ultimo paso se une toda la estructura del cuerpo lateral izquierdo con el arranque de pilares de la base ya construida en la Fase 1.

Finalizado esto, habremos formado el total del cuerpo izquierdo sin haber colocado ningún tornillo en altura

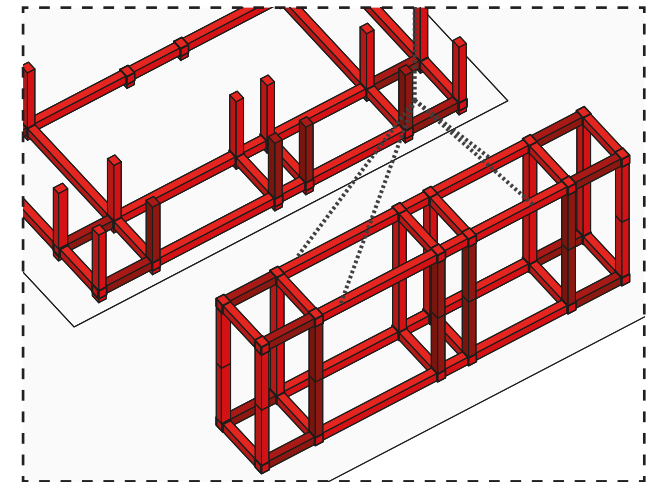


PASO 2.6-2.9. Cuerpo Derecho

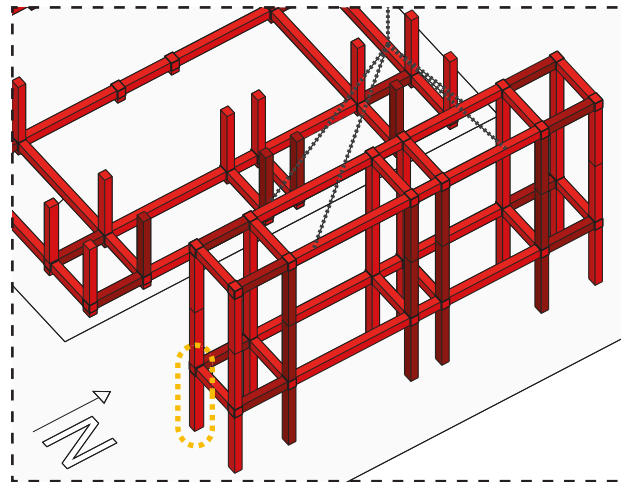
Inmediatamente después de terminar con el montaje del cuerpo izquierdo, la grúa debe pasar a realizar exactamente el mismo procedimiento en el cuerpo derecho. El equipo continúa con el máximo número de personas con el fin de agilizar el uso de la máquina. Con la construcción del cuerpo derecho terminamos la fase 2 para continuar con la siguiente.



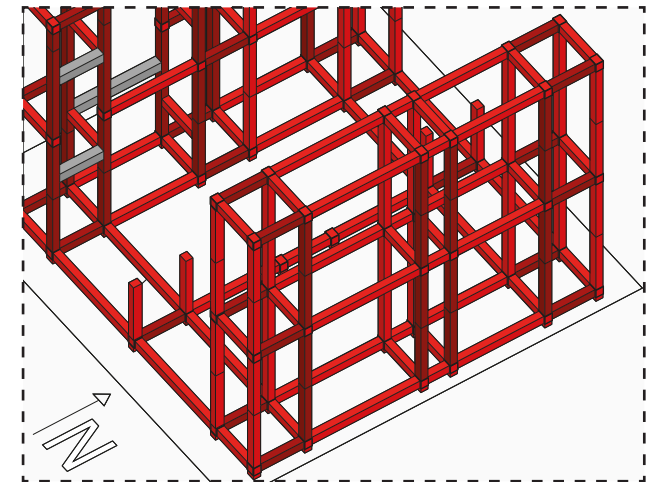
PASO 2.6.



PASO 2.7.



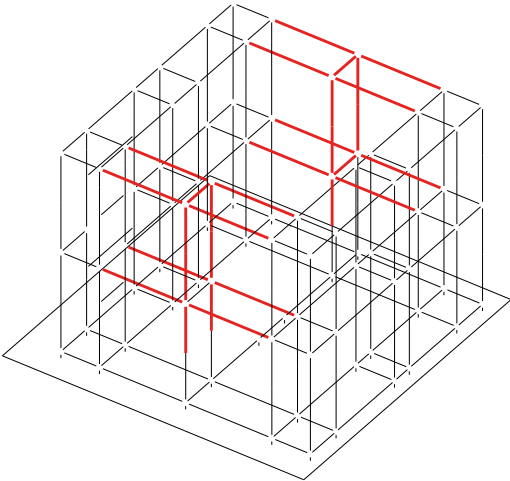
PASO 2.8.



PASO 2.9.

III.3. FASE N°3

La tercera y última fase del montaje del sistema modular del prototipo consiste en unir los dos cuerpos ya elevados en la fase anterior.
Como hasta ahora, se tratará de prefabricar en suelo el máximo número de piezas. Por la forma en conjunto del total de piezas resultantes no es posible montarla completamente y solo podremos hacerlo una parte para finalmente colocar las piezas individualmente que terminarán la construcción del sistema modular del prototipo.
Esta fase debe realizarse de manera muy precisa, pues los dos cuerpos deben ser unidos y aunque se haya construido correctamente algunos milímetros de la distancia real entre los dos cuerpos pueden variar.
La duración estimada de esta última fase será de 66 minutos, es decir 1 hora y 6 minutos.

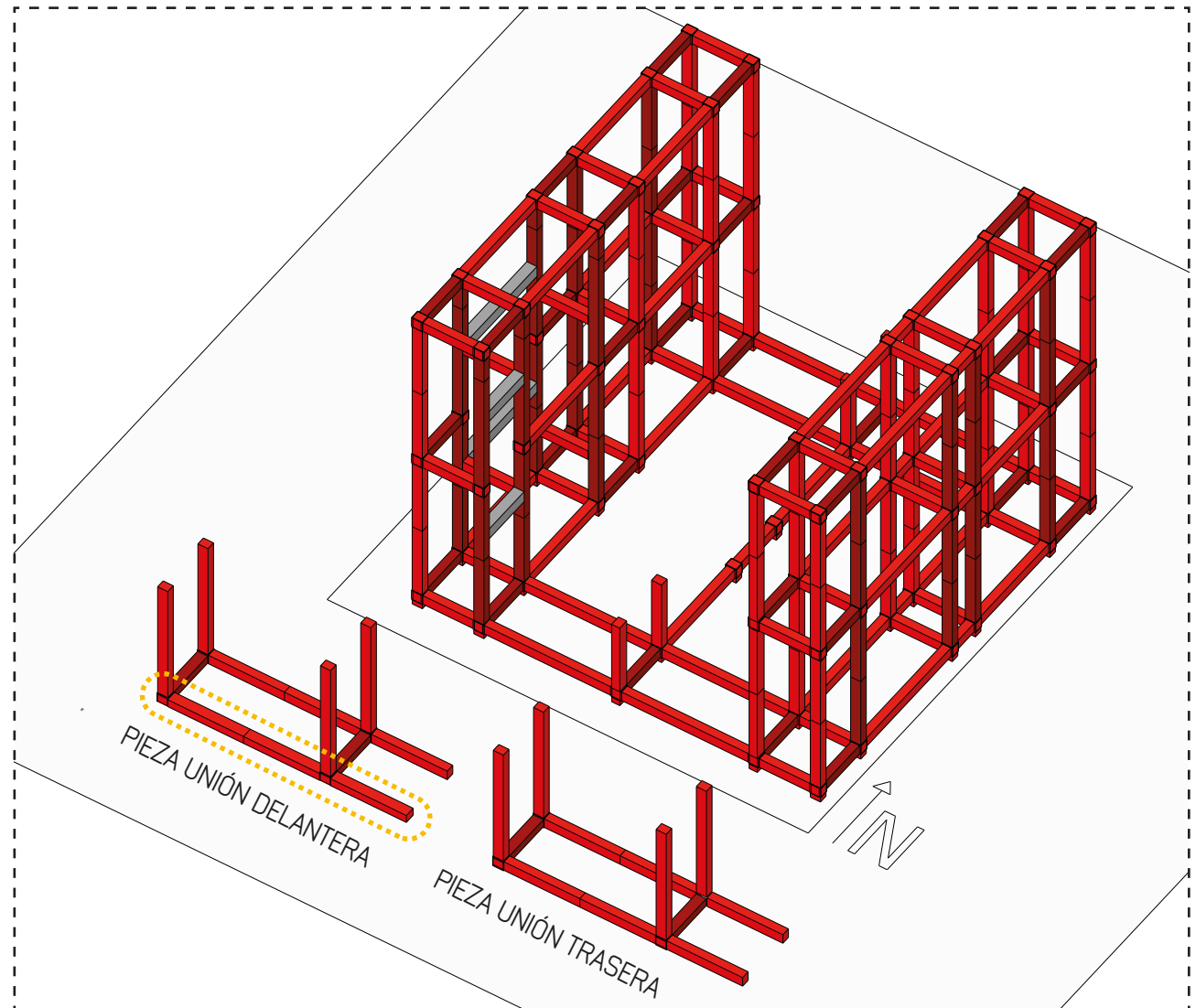


| | Nº NUDOS | Nº BARRAS | Nº UNIONES | Nº TORNILLOS | Nº PERSONAS | TIEMPO (min) |
|--------|----------|-----------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Fase 3 | 8 | 32 | 52 | 208 | 6 | 66 |

PASO 3.1.

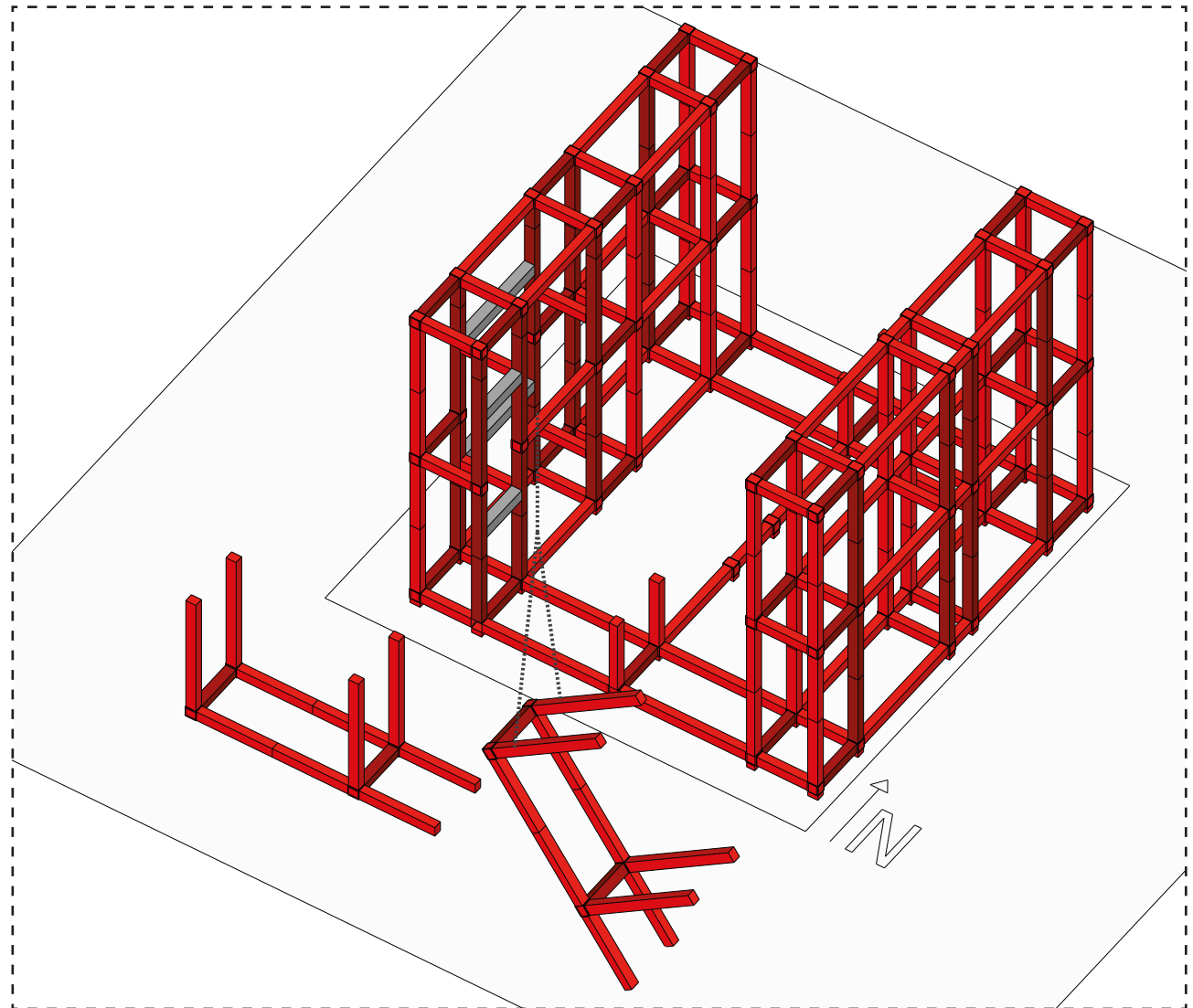
Esta fase consistirá en construir en el suelo todo lo que sea posible para que la grúa lo levante y coloque posteriormente. En este caso se ha de tener especial cuidado en la colocación de las piezas, pues su posición de montaje no será la misma que su posición final.

Nota: La pieza de unión delantera, lleva una línea de pilar girada 90° con respecto a la posición de los demás. Marcado en la ilustración.



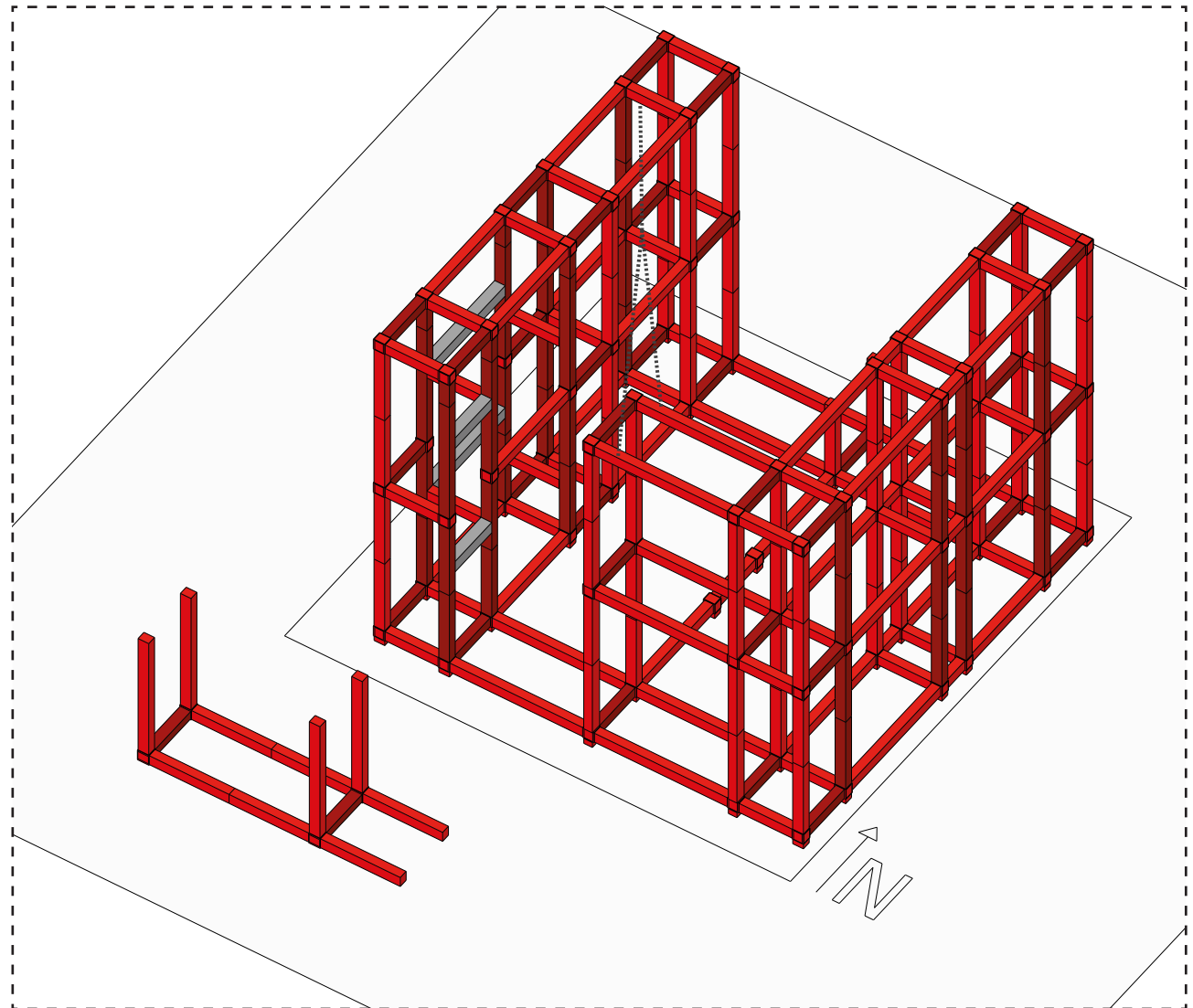
PASO 3.2.

El objetivo será colocar estas piezas, mediante la ayuda de la grúa en su posición final. El izado se debe hacer vertical en la medida de lo posible, tratando de encontrar el centro de gravedad de esta estructura.



PASO 3.3.

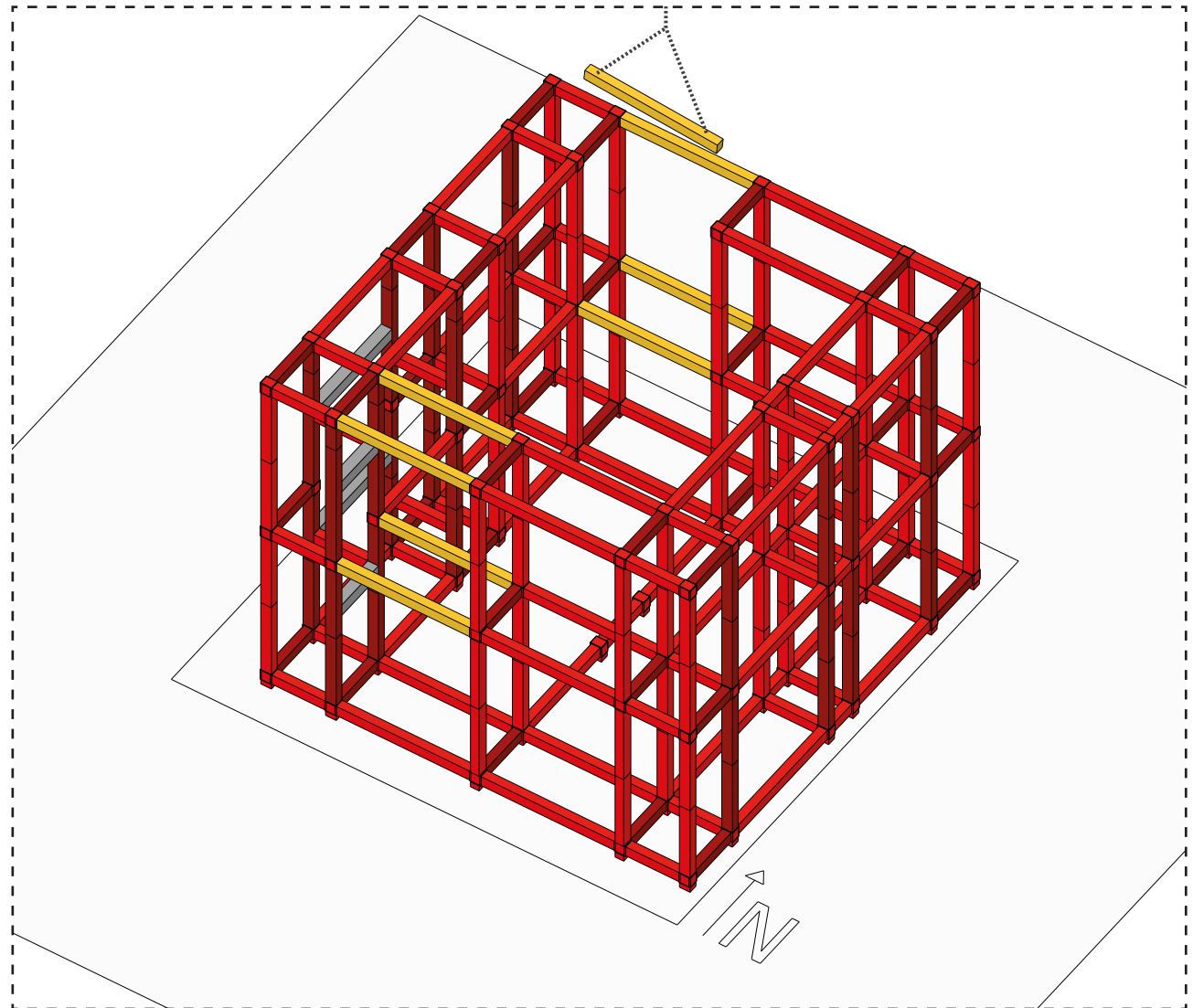
Estos últimos pasos son los únicos en lo que se trabajará en altura, se deben tomar las medidas de seguridad adecuadas como andamios correctamente apoyados y arnés siempre que exista riesgo de caída.



PASO 3.4.

Este último paso contempla las ocho últimas piezas marcadas en la ilustración.

Al tratarse de la unión final de los cuerpos del prototipo, es muy probable que existan tolerancias que compliquen su colocación; los cuerpos pueden estar levemente separados o pegados. Es por ello que cada pieza se debe ejecutar una a una.



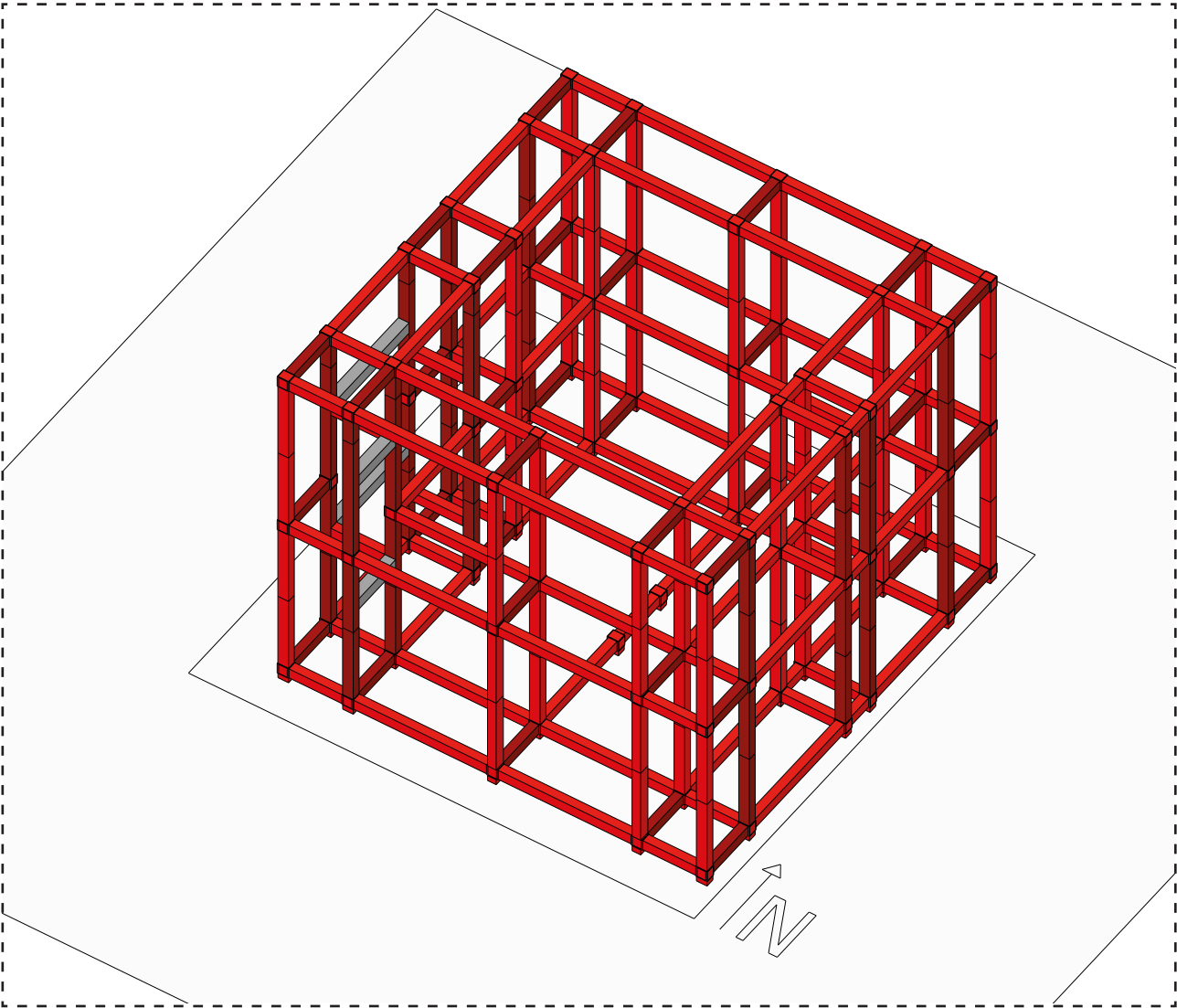
III.4. RESULTADO FINAL

Con la finalización de las tres fases y cada uno de sus pasos descritas anteriormente finalizaría la construcción del sistema modular del prototipo.

El tiempo total de construcción de estas fases, contando con 6 personas y una grúa en momentos puntuales es de **9 horas y 36 minutos** de los cuales 6 horas y 20 min son sin ningún elemento mecánico y 3 horas y 16 min con el apoyo de una grúa.

Siguiendo estos pasos se habrán conseguido ensamblar un total de colocado un total de 86 nudos, 355 barras y 1800 tornillos. De todos estos, 1704 tornillos han sido colocados a cota 0, mientras que 96 se han colocado a más de 2,00 m de altura, (distancia limite a partir de la cual necesitarías una escalera). Esto saca un porcentaje de que **el 94% de la estructura del prototipo puede ser construida sobre superficie**, con unas máximas condiciones de seguridad.

| ALTURA | TORNILLOS | PORCENTAJE |
|--------|-----------|------------|
| Cota 0 | 1704 | 95% |
| +2 m | 96 | 5% |
| TOTAL | 1800 | 100% |



CAPÍTULO IV. Post-Hungría. Evaluación de la experiencia SDE19

CAPÍTULO IV. Post-Hungría. Evaluación de la experiencia SDE19

Este documento contiene un acercamiento al sistema modular a partir de la documentación teórico-práctica recogida a partir de la investigación y trabajo de campo, así como información gráfica útil para construcción del prototipo acorde al trabajo previo realizado. Los Decathletas tendrán acceso al documento que estará presente en la obra.

A partir del día 27 de junio de 2019 comienza la construcción de todos los prototipos de la competición en la Villa Solar en Hungría.

Este trabajo queda por tanto en progreso: a esperas de ser ejecutado, puesto en duda, modificado y, por supuesto, ser mejorado en los días de construcción in situ.

¿Qué se ha modificado?

¿Qué ha y no ha funcionado?

¿Qué ha sido mejorado?

¿Se han cumplido los tiempos?

¿Ha habido cambios el proceso de montaje?

...

En definitiva,

¿Ha servido este documento en la construcción?

La continuación de este trabajo tanto como mejora y acercamiento a la realidad, como comparación entre lo teórico y lo práctico, queda pendiente una vez acabada la competición.

CAPÍTULO V. Conclusiones

CAPÍTULO V. Conclusiones

Para la construcción final del prototipo se ha elegido como sistema modular la patente ST200 y ST200R sistema estructural, de la empresa RH Estructuras; permitiendo, así, la flexibilidad y adaptabilidad del sistema a lo largo del proceso de ideación del proyecto en varias ocasiones hasta llegar a la versión final construida. Además, como sistema que es, simula y podría simular cualquier tipo de preexistencia como explica el concepto de proyecto.

Para que la construcción del prototipo Aura 3.1 en Hungría sea un éxito resulta imprescindible una correcta organización del montaje. Con este trabajo se ha realizado un esfuerzo en controlar todos los parámetros que serán necesarios a la hora de ejecutar la construcción de la estructura y que perfectamente se pueden extrapolar al resto de la obra.

Se ha aportado nuevos conocimientos a los propios Decathletas, encontrando posibles complicaciones, mejorado y optimizado distintas soluciones técnicas y, sobre todo, se ha agilizado el posterior montaje que se realizará en Hungría y que resulta fundamental para concluir el éxito del equipo después de tantos meses de trabajo.

Por otro lado, se subraya la importancia de un ensayo previo a la construcción el cual posibilita a los Decathletas llevar a cabo las soluciones optadas sobre plano y extrapolarlas a la realidad concluyendo datos importantes para el posterior montaje in situ.

Además, esta experiencia permite, también, disfrutar y aprender del montaje y puesta a punto del prototipo a todo el alumnado interesado en participar en un proceso como este, tan cercano a nuestra realidad. Una fase totalmente fundamental dentro del proceso de la arquitectura: la construcción.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA

- SOLAR DECATHLON EUROPE, SDE19 RULES. Version 2.0., 2018
- EQUIPO SOLAR DECATHLON- UNIVERSIDAD DE SEVILLA, "Entrega 5", PROYECTO 3.1 AURA, Sevilla (España), 2019

BIBLIOGRAFÍA WEB

- IMAGEN DE LA TRASPALETA: <https://www.montec.es/transpaletas-gatos-y-mesas-de-elevacion/3082-transpaleta-manual-2500-kg-con-ruedas-de-nylon-ay-2500-thn-ayerbe-8429459807008.html>
- IMAGEN DEL POLIPASTO: <http://dogan.temp.domains/~palau/?cat=108>
- IMAGEN DE LA CARRA: <http://www.leroymerlin.es/fp/19568353/soporte-rodante-rodante?idCatPadre=599846&pathFamiliaFicha=220703>
- REHASA ESTRUCTURAS: <https://www.rhestructuras.com/>
- <https://angelsinocencio.com/solar-decat-que/>
- PROYECTO AURA: <http://institucional.us.es/proyectoaura/>